



**Filipe Miguel Bajanca de Oliveira**

Licenciado em Engenharia Biomédica

## **Uma proposta para o planeamento da produção da Schnellecke**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
Engenharia e Gestão Industrial

Orientadora: Professora Doutora Ana Paula Ferreira Barroso  
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Nova de Lisboa

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Rogério Salema de Araújo Puga Leal  
Arguente: Prof. Doutora Virgínia Helena Arimateia de Campos Machado  
Vogal: Prof. Doutora Ana Paula Ferreira Barroso



FACULDADE DE  
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

**Setembro 2013**



## **Uma proposta para o planeamento da produção da Schnellecke**

Copyright © Filipe Miguel Bajanca de Oliveira, FCT/UNL e UNL

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limitações geográficas, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.



## AGRADECIMENTOS

---

Em primeiro lugar quero agradecer à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa que me acolheu e forneceu todos os meios disponíveis e necessários à conclusão desta importante etapa académica.

Seguidamente, os meus agradecimentos vão para a orientadora científica deste projeto, a professora Ana Paula Barroso, sem a qual não era possível realizar um documento científico tão completo e rigoroso.

Gostaria também de agradecer à organização Schnellecke Portugal, Unipessoal Lda. pelo interesse e pela aposta em mim em colaborar no presente projeto, disponibilizando todos os meios e recursos necessários para o desenvolvimento do projeto. Além disso, e não menos importante, gostaria de agradecer ao Diretor de Produção da organização, o engenheiro Miguel Tavares, sem o qual este estudo não faria sentido, pois foi o grande responsável pela iniciativa do projeto, bem como todo o apoio disponibilizado na realização do mesmo.

Agradeço ainda ao chefe de equipa de produção Pedro Araújo e a todos os seus colaboradores pela ajuda disponibilizada em ambiente fabril.

Por fim, gostaria de agradecer a preciosa ajuda da colega do curso de MIEGI da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, Sofia Quintaneiro, por todo o apoio prestado ao longo de todo o projeto.



## RESUMO

---

Perante a atual crise económica a que o setor automóvel se encontra sujeito em Portugal, torna-se importante para as organizações deste setor ganhar competitividade, melhorar a eficácia na sua gestão e eliminar qualquer tipo de desperdícios existentes. Para tal, é necessário compreender e saber aplicar alguns conceitos no que toca a controlo e gestão dos *stocks* ou ainda de metodologias *Lean*, permitindo assim contribuir para um desenvolvimento sustentável das organizações.

Face à importância destes problemas a que as organizações se encontram submetidas, a presente dissertação de mestrado tem como objetivo realizar o estudo da implementação de um sistema de gestão da produção eficiente na organização Schnellecke Portugal, Unipessoal Lda., organização de produção de componentes para automóveis.

Assim, para os diferentes produtos acabados e intermédios do cliente mais importante (cliente Ford), foi determinado o dimensionamento do lote de produção mais económico. Em seguida, procedeu-se ao estudo da implementação do sistema *kanban* para reduzir os desperdícios, melhorar a gestão visual da produção para todos os colaboradores e conceber um sistema de produção eficiente. Neste estudo, algumas das decisões tomadas não são as que promovem a maior eficiência no sistema produtivo mas foram influenciadas pelos constrangimentos e políticas da organização. Mesmo assim, foi possível conceber um sistema produtivo que assenta nos princípios que estão subjacentes a um sistema *kanban* e que é o mais eficiente.

Por isso, neste estudo pretende-se verificar qual dos planeamentos se adequa melhor à realidade da organização. Para o efeito, será efetuada a avaliação e seleção do planeamento da produção que seja mais eficiente em termos de otimização da produção e dos recursos e na gestão visual da produção, tendo em conta todos os constrangimentos envolvidos em todos os processos.

**Palavras-chave:** Planeamento da produção, Sistema *Kanban*, Gestão de *stocks*, Lote económico de produção.





## ***ABSTRACT***

---

Given the current economic crisis that the automobile sector is subject in Portugal, it becomes important to companies in this sector to increase competitiveness, improve efficiency in managing and eliminating any type of existing waste. For this, it is necessary to understand some concepts regarding to the stocks management or Lean methodologies, contributing to a sustainable development of the enterprises.

Given the importance of these issues that companies are subjected, this dissertation aims to conduct the study of the implementation of a management system for an efficient production in Schnellecke Portugal, Lda Unipessoal, a company which produces components for cars.

So for the finished and intermediate products of the most important customer (Ford), was given the sizing of the production batch most economical. Then proceeded to study the kanban system implementation to reduce waste, to improve the production visual management to all employees and to design an efficient production system. In this study, some of the decisions taken are not those that promote higher efficiency in the production system but were influenced by the constraints and company policies. Even so, it was possible to design a production system based on the principles that underlie a kanban system which is the most efficient.

Therefore, this study aims to check which plannings suits better the reality of the company. For this purpose, will be performed the evaluation and selection of production planning that is more efficient in terms of production optimization and resource management and visual production, taking into account all the constraints involved in all processes.

***Keywords:*** Production planning, Kanban system, Stock management, Economic batch production



# ÍNDICE

---

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1. Enquadramento.....	1
1.2. Justificação do tema .....	2
1.3. Objetivos .....	2
1.4. Metodologia.....	3
1.5. Estrutura do conteúdo.....	3
<b>2. REVISÃO DO ESTADO DA ARTE.....</b>	<b>7</b>
2.1. Gestão de <i>Stocks</i> .....	7
2.1.1. Classificação dos <i>stocks</i> .....	8
2.1.2. Vantagens e desvantagens dos <i>stocks</i> .....	9
2.1.3. Custos dos <i>stocks</i> .....	9
2.1.4. Modelos de gestão de <i>stocks</i> .....	10
2.1.4.1. Modelos de revisão contínua .....	11
2.1.5. Classificação ABC .....	16
2.2. Fundamentos do <i>Lean Management</i> .....	17
2.2.1. Origem e evolução do pensamento <i>lean</i> .....	17
2.2.1.1. <i>Toyota Production System</i> (TPS) .....	18
2.2.2. Princípios do pensamento <i>lean</i> .....	19
2.2.3. Metodologias e ferramentas de aplicação <i>lean</i> .....	21
2.2.3.1. Sistema <i>Kanban</i> .....	21
<b>3. CARATERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>27</b>
3.1. A organização Schnellecke Portugal .....	27
3.1.1. Áreas funcionais.....	28
3.2. Caso de estudo.....	29
3.2.1. Fornecedores e clientes.....	30
3.2.2. Produtos acabados .....	33
3.2.3. Procura dos produtos acabados .....	38

3.3.	Caraterização do processo produtivo.....	39
3.3.1.	Sistemas produtivos dos produtos acabados.....	46
3.3.2.	Capacidade do sistema produtivo.....	48
<b>4.</b>	<b>LOTES ECONÓMICOS DE PRODUÇÃO.....</b>	<b>51</b>
4.1.	Cálculo do número de <i>changeovers</i> .....	51
4.1.1.	Processo Rollerprofiler.....	51
4.1.2.	Processo Bending e Clinching rear.....	55
4.1.3.	Processo Static Welding .....	58
4.1.4.	Processo Bending e Clinching front.....	61
4.2.	Cálculo dos lotes económicos de produção.....	62
4.3.	Análise ABC.....	77
<b>5.</b>	<b>IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA KANBAN.....</b>	<b>81</b>
5.1.	Fluxos no sistema produtivo.....	81
5.2.	Número de cartões <i>kanban</i> .....	85
5.2.1.	Número de cartões <i>kanban</i> no processo Rollerprofiler .....	86
5.2.2.	Número de cartões <i>kanban</i> no processo Bending e Clinching rear .....	92
5.2.3.	Número de cartões <i>kanban</i> no processo Bending e Clinching front .....	94
5.2.4.	Número de cartões <i>kanban</i> no processo Static Welding .....	97
5.2.5.	Número de cartões <i>kanban</i> no processo Painting .....	100
5.3.	Fluxo de cartões <i>kanban</i> e de contentores.....	102
5.4.	Discussão de resultados.....	108
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>113</b>
6.1.	Conclusões do estudo de caso .....	113
6.2.	Trabalho Futuro.....	114
	<b>Referências bibliográficas.....</b>	<b>115</b>
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>117</b>
A.I.	Layout do sistema produtivo .....	117
A.I.1.	Processo Rollerprofiler.....	118
A.I.2.	Processo Bending e Clinching rear .....	119

A.I.3. Processo Bending e Clinching front.....	120
A.I.3. Processo Static Welding.....	121
A.II. Dados da análise de sensibilidade.....	122
A.III. Cartões <i>Kanban</i> .....	129
A.III.1. Processo Rollerprofiler .....	129
A.III.2. Processo Bending e Clinching rear.....	132
A.III.3. Processo Bending e Clinching front .....	133
A.III.4. Processo Static Welding .....	133
A.III.5. Processo Painting.....	135



## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1.1 – Principais etapas do estudo de caso da dissertação.....	5
Figura 2.1 – Tipos de <i>stocks</i> ao longo do processo produtivo.....	8
Figura 2.2 – Tipos de procura e de modelos aplicados na gestão de <i>stocks</i> .....	10
Figura 2.3 – Evolução do nível do <i>stock</i> no modelo de revisão contínua .....	11
Figura 2.4 – Modelo de revisão contínua com taxa de aprovisionamento infinita.....	12
Figura 2.5 – Modelo de revisão contínua com taxa de aprovisionamento finita.....	13
Figura 2.6 – Evolução dos custos de posse de <i>stock</i> , de <i>setup</i> e total .....	14
Figura 2.7 – Capacidade total diária na técnica EPEI .....	15
Figura 2.8 – Classificação ABC .....	16
Figura 2.9 – Casa TPS.....	18
Figura 2.10 – Fluxo de produtos e de <i>kanban</i> entre os postos de trabalho.....	22
Figura 2.11 – Circulação de cartões <i>kanban</i> entre dois postos de trabalho.....	22
Figura 2.12 – Cartão <i>kanban</i> de produção.....	23
Figura 2.13 – Quadro de planeamento .....	24
Figura 3.1 – Grupo Schnellecke .....	27
Figura 3.2 – Áreas de negócio da Schnellecke Portugal .....	28
Figura 3.3 – Modelo longo do automóvel Ford Transit Connect .....	29
Figura 3.4 – Cadeia de Abastecimento.....	30
Figura 3.5 – Rolo do material.....	31
Figura 3.6 – A) <i>Bracket</i> “Tubarão”; B) <i>Bracket</i> “Dobradiça”; C) <i>Bracket</i> “Cadeira”; D) <i>Bracket</i> “Abre- latas”; E) <i>Bracket</i> “Martelo”; F) <i>Bracket</i> “Saca-rolhas”; G) <i>Bracket</i> “Barbatana” .....	32
Figura 3.7 – Produto Glass channel front right&BCF.....	34
Figura 3.8 – Produto Glass channel rear right LWB&BCR .....	35
Figura 3.9 – Produto Glass channel rear right SWB&BCR .....	36
Figura 3.10 – Produto Divided bar front right&P .....	36
Figura 3.11 – Produto Divided bar rear right LWB/SWB&P .....	37
Figura 3.12 – Produto Extension bar right LWB&SW .....	38
Figura 3.13 – Diagrama de fluxos do sistema produtivo.....	40
Figura 3.14 – Processo Rollerprofiler .....	42
Figura 3.15 – <i>Input</i> e <i>output</i> do processo Rollerprofiler .....	42
Figura 3.16 – Processo Bending e Clinching rear .....	43
Figura 3.17 – <i>Input</i> e <i>output</i> do processo Bending e Clinching rear .....	43
Figura 3.18 – Processo Bending e Clinching front.....	44
Figura 3.19 – <i>Input</i> e <i>output</i> do processo Bending e Clinching front .....	44

Figura 3.20 – Processo Static Welding .....	44
Figura 3.21 – <i>Input</i> e <i>output</i> do processo Static Welding .....	45
Figura 3.22 – <i>Input</i> e <i>output</i> do processo Painting.....	45
Figura 3.23 – Sistema produtivo dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF.....	46
Figura 3.24 – Sistema produtivo dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR.....	46
Figura 3.25 – Sistema produtivo dos produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P .....	47
Figura 3.26 – Sistema produtivo dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW .....	47
Figura 3.27 – Sistema produtivo dos produtos Glass channel front left&M e Glass channel front right&M.....	48
Figura 3.28 – Capacidade e carga prevista do sistema produtivo .....	50
Figura 4.1 – Diagrama com as sequências de produção otimizada para o processo Rollerprofiler .....	53
Figura 4.2 – Sequências de produção otimizadas para o processo Bending e Clinching rear.....	57
Figura 4.3 – Diagrama com as sequências de produção otimizadas para o processo Static Welding...	60
Figura 4.4 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R.....	67
Figura 4.5 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R .....	68
Figura 4.6 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R.....	69
Figura 4.7 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R.....	70
Figura 4.8 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R.....	71
Figura 4.9 – Análise de sensibilidade dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R .....	72
Figura 4.10 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR.....	73
Figura 4.11 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR .....	74
Figura 4.12 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW .....	75
Figura 4.13 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW .....	76



Figura 4.14 – Análise de sensibilidade dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW .....	77
Figura 4.15 – Análise ABC dos produtos acabados .....	78
Figura 5.1 – Mapeamento dos fluxos de material e de informação no sistema produtivo .....	82
Figura 5.2 – Sistema produtivo para os produtos acabados Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF.....	83
Figura 5.3 – Sistema produtivo dos produtos acabados Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR .....	84
Figura 5.4 – Sistema produtivo dos produtos acabados Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P .....	84
Figura 5.5 – Sistema produtivo dos produtos acabados Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW .....	85
Figura 5.6 – Número de cartões <i>kanban</i> dos produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R .....	88
Figura 5.7 – Cartão <i>kanban</i> do produto Glass channel front left&R.....	89
Figura 5.8 – Número de cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R .....	91
Figura 5.9 – Número de cartões <i>kanban</i> dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR .....	94
Figura 5.10 – Número de cartões <i>kanban</i> dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF.....	96
Figura 5.11 – Número de cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW .....	99
Figura 5.12 – Número de cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P .....	102
Figura 5.13 – Fluxo dos cartões <i>kanban</i> no processo Rollerprofiler.....	103
Figura 5.14 – Fluxo dos cartões <i>kanban</i> no processo Bending e Clinching rear.....	104
Figura 5.15 – Fluxo dos cartões <i>kanban</i> no processo Bending e Clinching front.....	105
Figura 5.16 – Fluxo dos cartões <i>kanban</i> no processo Static Welding.....	106
Figura 5.17 – Fluxo dos cartões <i>kanban</i> no processo Painting .....	107
Figura 5.18 – Fluxo dos cartões <i>kanban</i> dos produtos acabados para o cliente Ford.....	108

Figura 5.19 – Nível máximo de <i>stock</i> para os produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R .....	109
Figura 5.20 – Nível máximo de <i>stock</i> para os produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R .....	110
Figura 5.21 – Nível máximo de <i>stock</i> para os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR .....	110
Figura 5.22 – Nível máximo de <i>stock</i> para os produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW .....	111
Figura 5.23 – Nível de empilhamento dos produtos utilizando o sistema <i>kanban</i> .....	112
Figura A.1 – <i>Layout</i> do sistema produtivo .....	117
Figura A.2 – <i>Layout</i> do processo Rollerprofiler .....	118
Figura A.3 – <i>Layout</i> do processo Bending e Clinching rear .....	119
Figura A.4 – <i>Layout</i> do processo Bending e Clinching front .....	120
Figura A.5 – <i>Layout</i> do processo Static Welding .....	121
Figura A.6 – Cartão <i>kanban</i> do produto Glass channel front right&R .....	129
Figura A.7 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R .....	129
Figura A.8 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R .....	130
Figura A.9 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R...	130
Figura A.10 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R .....	131
Figura A.11 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R .....	131
Figura A.12 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR .....	132
Figura A.13 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR .....	132
Figura A.14 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF .....	133
Figura A.15 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW .....	133

Figura A.16 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW.....	134
Figura A.17 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW .....	134
Figura A.18 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P..	135
Figura A.19 – Cartões <i>kanban</i> dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P .....	135



## ÍNDICE DE TABELAS

---

Tabela 2.1 – Modelos de gestão e controlo de <i>stocks</i> .....	11
Tabela 3.1 – Procura dos produtos acabados.....	39
Tabela 3.2 – Tempo diário de produção efetiva por turno .....	48
Tabela 3.3 – Tempos de ciclo dos produtos .....	49
Tabela 4.1 – Tempos de <i>setup</i> (minutos) no processo Rollerprofiler.....	52
Tabela 4.2 – Número de <i>changeovers</i> para o processo Rollerprofiler .....	54
Tabela 4.3 – Tempos de <i>setup</i> (minutos) no processo Bending e Clinching rear .....	56
Tabela 4.4 – Número de <i>changeovers</i> para o processo Bending e Clinching rear .....	57
Tabela 4.5 – Tempos de <i>setup</i> (minutos) no processo Static Welding.....	59
Tabela 4.6 – Número de <i>changeovers</i> para o processo Static Welding .....	60
Tabela 4.7 – Custos unitários dos produtos acabados do sistema produtivo.....	63
Tabela 4.8 – Custos unitários dos produtos intermédios do sistema produtivo .....	63
Tabela 4.9 – Lotes económicos de produção e respetivos custos de todos os produtos.....	65
Tabela 4.10 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R.....	66
Tabela 4.11 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R .....	67
Tabela 4.12 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R.....	68
Tabela 4.13 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R.....	69
Tabela 4.14 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R.....	70
Tabela 4.15 – Análise de sensibilidade dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R .....	71
Tabela 4.16 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR.....	72
Tabela 4.17 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR .....	73
Tabela 4.18– Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW .....	74
Tabela 4.19 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW .....	75

Tabela 4.20 – Análise de sensibilidade dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW .....	76
Tabela 4.21 – Análise ABC dos produtos acabados.....	78
Tabela 5.1 – Número de cartões <i>kanban</i> para os produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R no processo Rollerprofiler .....	86
Tabela 5.2 – Número de cartões <i>kanban</i> para os produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R no processo Rollerprofiler .....	90
Tabela 5.3 – Número de cartões <i>kanban</i> para os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR no processo Bending e Clinching rear.....	93
Tabela 5.4 – Número de cartões <i>kanban</i> para os produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF no processo Bending e Clinching front.....	95
Tabela 5.5 – Número de cartões <i>kanban</i> para os produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW no processo Static Welding.....	97
Tabela 5.6 – Número de cartões <i>kanban</i> para os produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P no processo Painting.....	100
Tabela A.1 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (2 dias).....	122
Tabela A.2 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (1 semana) .....	123
Tabela A.3 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (2 semanas) .....	124
Tabela A.4 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (3 semanas) .....	125
Tabela A.5 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (4 semanas) .....	126
Tabela A.6 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (5 semanas) .....	127
Tabela A.7 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (6 semanas) .....	128

## NOMENCLATURA

---

TPS – *Toyota Production System*

JIT – *Just-In-Time*

VSM – *Value Stream Mapping*

EOQ – *Economic Order Quantity*

SMED – *Single Minute Exchange of Die*

EPEI – *Every Part Every Interval*

LWB – *Long Wheel Base*

SWB – *Short Wheel Base*





# 1. INTRODUÇÃO

---

O presente capítulo pretende dar a conhecer ao leitor o enquadramento em que se insere a dissertação, a justificação do tema e os objetivos a atingir, bem como a metodologia a aplicar para a realização da mesma. No final, é ainda apresentada a estrutura geral da dissertação para uma melhor compreensão do seu conteúdo.

## 1.1. Enquadramento

Atualmente, e com a crise económica em que vivemos, as organizações sentem necessidade de se tornarem cada vez mais competitivas, visto que o mercado é cada vez mais exigente. Esta exigência traduz-se numa oferta de produtos de maior qualidade e com preços mais baixos, fazendo sentido a utilização de filosofias, metodologias e/ou ferramentas que ajudem na tomada de decisão no que concerne à gestão.

No caso da indústria automóvel, o sucesso é evidente e deve-se, em parte, à aposta bem sucedida na satisfação dos requisitos dos clientes, na utilização eficiente da capacidade disponível, na redução de ineficiências produtivas ou, ainda, na melhoria da produtividade e gestão dos custos operacionais (Rathje *et al*, 2008). Assim, o sucesso da indústria automóvel deve-se à implementação do paradigma de gestão *lean* à produção, de modo a ajudar as organizações a atingir os objetivos pretendidos.

Este paradigma de gestão baseia-se na redução e eliminação de atividades que não acrescentam valor do ponto de vista do cliente e racionalização de gestão de processos (Rathje *et al*, 2008). O resultado da implementação deste paradigma tem sido positivo, permitindo que com menos tempo, espaço e esforço humano, se alcancem melhorias significativas.

A implementação do paradigma de gestão *lean* nas organizações está geralmente associada a conceitos como o *Just-In-Time* (JIT), a metodologias como 5”S”, *Kaizen* (melhoria contínua), TPM (*Total Productive Maintenance*) e SMED (*Single Minute Exchange of Die*), e a ferramentas como o VSM (*Value Stream Mapping*) e o sistema *Kanban*, entre outras. Para além de preconizarem a redução de desperdícios, todas estas metodologias *lean* permitem melhorias em todo o tipo de organizações.

Uma das metodologias mais utilizadas na implementação da gestão *lean* é o sistema *kanban*, que permite uma melhor organização e gestão visual da produção, bem como reduzir significativamente os níveis de *stock* e a superprodução. Esta metodologia permite ainda reduzir movimentações desnecessárias, tempos de espera e processos inadequados. Para além disto, o sistema *kanban* não implica para a organização um custo muito elevado na sua implementação.

A organização Schnellecke Portugal, Unipessoal Lda. pretende implementar uma filosofia *lean* no âmbito da produção de modo a permitir uma gestão mais eficiente. Pretende a identificação e redução dos desperdícios e uma melhoria contínua nos seus processos de produção.

## **1.2. Justificação do tema**

O interesse na realização do presente trabalho advém da possibilidade de aplicar algum do conhecimento obtido ao longo do curso em ambiente profissional. Este tema surgiu a partir de um projeto novo que a organização pretende implementar, e que consiste na produção de aros de portas da dianteiras e traseiras para os novos modelos de automóveis da organização Ford, que serão montados em Valência (Espanha) e, ainda, a produção de aros das portas dianteiras para um novo modelo de automóvel da organização Mercedes. A produção destes produtos ainda não é oficial. Atualmente está a ser montado o equipamento para o arranque da produção, pelo que a sua gestão será realizada com base na filosofia *lean*, que nunca foi implementada pela organização, nomeadamente através da implementação de um sistema de gestão visual da produção, um sistema *kanban*.

O tema, em particular, consiste na implementação de um sistema *kanban* no sistema produtivo dos aros de portas, com base na análise dos lotes económicos de cada produto ao longo do sistema produtivo permitindo, assim, uma melhor gestão da produção. Desta forma, a filosofia *lean* ajusta-se ao problema em questão, pois permitirá uma melhoria na gestão da produção.

A implementação deste sistema envolve a aplicação de várias metodologias, ferramentas e técnicas, no âmbito da gestão de *stocks* e da gestão *lean*, como a determinação da quantidade económica de produção, o mapeamento do sistema produtivo recorrendo ao VSM e o sistema *kanban*.

## **1.3. Objetivos**

Com a presente dissertação pretende-se implementar uma gestão *lean* da produção numa organização fornecedora de componentes para a indústria automóvel, permitindo assim à organização uma redução de custos e de desperdícios, como também uma maior eficácia na gestão da produção.

Para o efeito, será necessário identificar todos os fluxos de material e de informação de todo o sistema produtivo e implementar um sistema *kanban* no novo sistema de produção da organização, para permitir uma melhor gestão visual da produção, um melhor controlo dos *stocks* e da produção, e um maior envolvimento de todos os colaboradores do sistema produtivo.

Com o decorrer do tempo e com um envolvimento cada vez maior dos colaboradores é possível identificar desperdícios e atuar no sentido de os eliminar ou reduzir, tornando a gestão mais *lean* e, por isso, mais eficiente e competitiva.

#### **1.4. Metodologia**

No desenvolvimento do trabalho que está na base desta dissertação são utilizadas duas metodologias.

A primeira metodologia consiste na aplicação dos lotes económicos de produção. Esta metodologia baseia-se no cálculo e análise dos lotes económicos de produção de todos os produtos, intermédios e acabados. Para tal, são aplicadas algumas fórmulas de gestão económica de *stocks* que permitem a obtenção dos volumes de produção de cada produto que minimizem o seu custo total.

Para efetuar o cálculo dos lotes económicos de produção dos produtos são necessárias algumas variáveis. Uma das mais importantes são os tempos de *setup* entre produtos no mesmo processo, visto que se torna essencial para o cálculo dos lotes económicos de produção saber exatamente quantos *changeovers* são possíveis efetuar em cada processo do sistema produtivo.

A segunda metodologia consiste na aplicação de um sistema *kanban*. Esta metodologia envolve diagramas com os fluxos de cartões *kanban* ao longo do sistema produtivo e o cálculo do número de cartões *kanban* para cada produto permitindo, assim, uma gestão da produção eficaz.

#### **1.5. Estrutura do conteúdo**

A presente dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos.

O presente capítulo, “Introdução”, pretende dar uma visão global do trabalho, apresentando uma breve introdução ao âmbito do estudo desenvolvido, descrevendo os seus objetivos, bem como a metodologia aplicada e a estrutura geral da dissertação.

O segundo capítulo, “Revisão do Estado da Arte”, consiste na apresentação dos fundamentos teóricos essenciais no desenvolvimento do presente trabalho. Para tal, é necessário efetuar uma revisão bibliográfica, através da consulta de livros, artigos científicos, dissertações de mestrado e ainda a consulta de sites da Internet, com o intuito de avaliar o estado da arte relativamente às duas temáticas principais utilizadas na presente dissertação: a gestão de *stocks* e os fundamentos do *lean management*.

Numa primeira fase, são apresentadas as técnicas aplicadas na gestão de *stocks*, no que diz respeito aos principais modelos de gestão económica dos *stocks*, com especial ênfase para o modelo económico dos *stocks* de taxa de aprovisionamento finita. Na segunda fase, são apresentados os conceitos e fundamentos que estão subjacentes ao *lean management*, nomeadamente a sua origem e evolução ao longo do tempo, os seus princípios e filosofia associada e, também, as ferramentas e metodologias de aplicação *lean*, com especial destaque para o sistema *kanban*.

O terceiro capítulo, “Caraterização do Caso de Estudo”, refere-se à descrição da organização onde será efetuado o desenvolvimento do trabalho e ao mapeamento de todos os fluxos de material e de informação que existem no sistema produtivo em análise. Nesta fase são elaborados alguns esquemas gerais com todos os processos e fluxos de todos os produtos envolvidos, utilizando-se para o efeito uma das ferramentas mais importantes na esquematização de fluxos, o VSM (*Value Stream Mapping*).

O quarto capítulo, “Lotes Económicos de Produção”, consiste na análise e cálculo dos lotes económicos de produção de todos os produtos do sistema produtivo. Neste capítulo são apresentados os tempos de *setup* e o número de *changeovers* possíveis em cada processo e, ainda, uma análise ABC aos produtos acabados. É de realçar que neste capítulo apenas entram para o estudo os produtos do cliente Ford.

O quinto capítulo, “Implementação de um sistema *Kanban*”, refere-se à descrição dos fluxos de *kanban* dos produtos do sistema produtivo, bem como o número de cartões *kanban* a utilizar por produto. Novamente, neste capítulo, apenas entram para o estudo os produtos do cliente Ford.

No sexto e último capítulo, “Conclusões”, são apresentadas as conclusões do trabalho e propostas algumas recomendações para trabalhos futuros. Por isso, é realizado um balanço entre os objetivos propostos inicialmente e os resultados atingidos, sendo propostas recomendações com o objetivo de preconizar no futuro a melhoria do desempenho dos processos de produção.

Na figura 1.1 está representada a estrutura da presente dissertação caraterizando a ocorrência das diversas etapas ao longo do tempo, ou seja, primeiramente efetua-se a revisão do estado da arte, depois o mapeamento dos fluxos do sistema produtivo, bem como o cálculo do lotes económicos dos produtos e a implementação do sistema *Kanban* e, por fim, são retiradas as conclusões e propostas as recomendações. É de destacar a importância dos capítulos três, quatro e cinco, visto que são os capítulos que dizem respeito ao caso de estudo na organização Schnellecke Portugal.

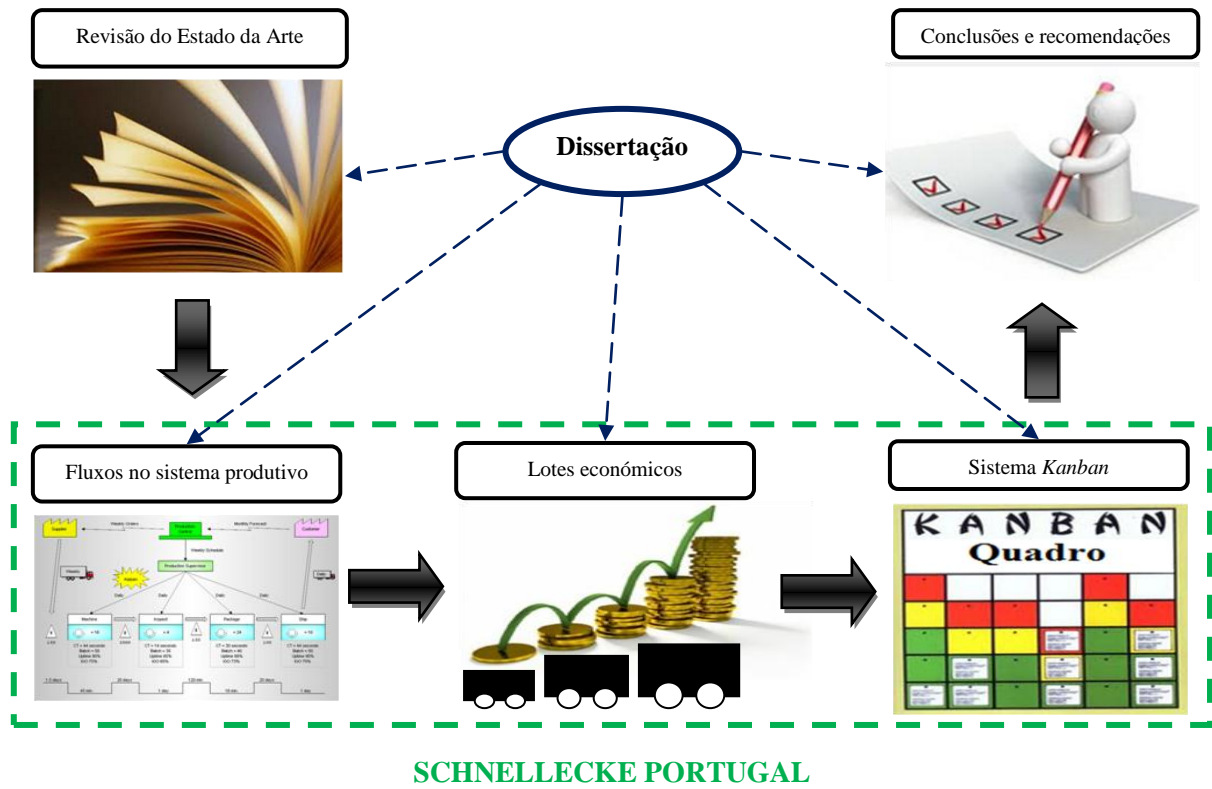


Figura 1.1 – Principais etapas do estudo de caso da dissertação



## 2. REVISÃO DO ESTADO DA ARTE

---

O presente capítulo destina-se a evidenciar o que tem sido feito no âmbito da gestão de *stocks* e no paradigma *lean*. Deste modo, o capítulo apresenta uma visão global dos conceitos subjacentes a cada uma das temáticas, ou seja, a descrição dos principais modelos aplicados na gestão de *stocks*, bem como a descrição do paradigma *lean*, incluindo as ferramentas e as metodologias principais que lhe dão expressão prática na abordagem de problemas concretos.

### 2.1. Gestão de *Stocks*

A gestão de *stocks* envolve todas as decisões relacionadas com as técnicas de gestão do inventário dentro duma organização (Yasarcan, 2011). Daí, deve-se aplicar uma gestão económica aos inventários de modo a que a manutenção destes seja em níveis mínimos, visto que o inventário reduz o retorno sobre o investimento. Assim, sempre que num sistema produtivo se verifica um desnivelamento entre o fluxo de produção/abastecimento e o de consumo, surge a necessidade de criar um sistema que acumule os materiais (*stocks*) que permitam satisfazer a procura existente (Yasarcan, 2011).

Assim sendo, a criação e manutenção de *stocks* para as organizações é algo bastante importante, visto que o processo logístico industrial é muito complexo, já que lhe estão associadas algumas incertezas, como erros de previsão, falhas em processos produtivos e nos transportes de materiais ou, ainda, a receção atrasada de materiais ou serviços. Todas estas variáveis contribuem para um mau serviço prestado ao cliente, destacando-se assim a importância na criação de *stocks* por parte das organizações (Chase *et al*, 1998).

No entanto a manutenção de *stocks* pode envolver custos de posse muito elevados e, por isso, a manutenção dos mesmos deve resultar de uma tomada de decisão fundamentada e não de uma acumulação aleatória de materiais sem nexos. A tomada de decisão deve ter em conta algumas variáveis como o tipo de procura, o prazo de entrega das encomendas e, ainda, os custos totais associados (Chase *et al*, 1998).

O objetivo principal da gestão de *stocks* é ter a quantidade certa, do material certo, no momento certo, no local correto ao menor custo. A gestão económica dos *stocks* compreende um conjunto de operações que permitem tomar decisões de quando e quanto encomendar com a finalidade de conseguir a qualidade do serviço ao menor custo (Chase *et al*, 1998).

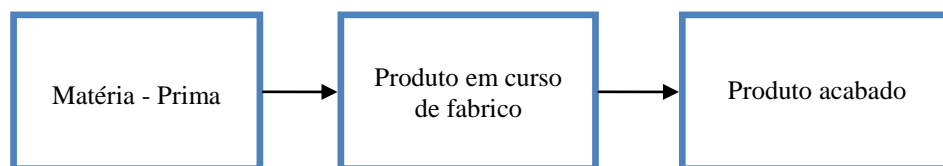
### 2.1.1. Classificação dos *stocks*

O *stock* é definido como a quantidade de itens mantida por uma organização durante um determinado período de tempo, num estado relativamente inativo ou improdutivo, esperando o momento de ser usado, num processo de fabrico ou de distribuição. O *stock* serve para satisfazer o consumo interno e/ou externo da organização e pode consistir em produtos acabados, produtos em curso de fabrico ou, ainda, matérias-primas. Os *stocks* têm um papel fundamental quando se pretende satisfazer as necessidades de consumo num processo quando não há abastecimento (Martinich, 1997).

Como referido anteriormente, os *stocks* podem ser mantidos nas seguintes formas ou estágios produtivos:

- Matérias-primas e componentes;
- Produtos em curso de fabrico;
- Produto acabado.

As matérias-primas encontram-se na base do sistema produtivo, constituindo os materiais de *input* para o fabrico do produto pretendido. Os produtos em curso de fabrico constituem todos os produtos que já sofreram transformações a partir das matérias-primas que lhes deram origem, mas que ainda vão ter que sofrer mais alterações para poderem ser designados de produtos acabados. E por último, os produtos acabados são todos aqueles que já estão concluídos, ou seja, estão prontos para serem entregues ao cliente e não têm que sofrer mais alterações. Na figura 2.1 encontra-se esquematizada esta sequência.



**Figura 2.1 – Tipos de *stocks* ao longo do processo produtivo**

Para além destes tipos de *stocks*, estes podem ser ainda classificados de acordo com o seu objetivo, independentemente do estágio produtivo em que se encontram (Martinich, 1997), nomeadamente:

- ***Stocks* cíclicos** – Constituem a maior parte dos casos e são originados pelo lote de produção.
- ***Stocks* sazonais** – Resultam de uma acumulação estratégica de existências para antecipar um aumento esperado do consumo quando, a capacidade do sistema produtivo não é suficiente para satisfazer todas as encomendas durante o período de maior consumo.



- **Stocks de segurança** – São constituídos para evitar atrasos na produção e/ou entrega ao cliente devido a problemas nos processos produtivos, flutuações da procura ao longo do tempo ou, ainda, problemas de transporte ou distribuição.
- **Stocks obsoletos** – Podem existir, independentemente do estágio produtivo em que intervêm, devido a não ter direta ou indiretamente procura. Não têm valor e os custos associados a eles não terão retorno.

### 2.1.2. Vantagens e desvantagens dos *stocks*

As vantagens associadas à constituição de *stocks* nas organizações podem ser diversas, nomeadamente (Chase *et al*, 1998):

- i) Garantia de serviço ao cliente que está associada com a satisfação das encomendas por parte do cliente;
- ii) Redução de custos de produção que está relacionada com a otimização dos lotes de produção, uma vez que os custos de posse devem ser conjugados com outro tipo de custos, como os custos de *setup* e de transporte;
- iii) Efeitos provocados pela incerteza/variabilidade nos tempos de produção;
- iv) Efeitos provocados pela incerteza da procura;
- v) Prevenir situações excecionais tais como picos de consumo inesperados, demora na entrega de fornecedores, avarias de equipamentos, desastres naturais, entre outros;
- vi) Descontos no preço de aquisição se forem adquiridos grandes volumes.

Nas desvantagens associadas aos *stocks* têm grande preponderância os custos incorridos com a sua posse. Além disso, os *stocks* podem esconder problemas de qualidade e quanto menor for a sua rotação, maior é a probabilidade de obsolescência, deterioração e roubo dos mesmos. Contudo, a organização pode precaver estas situações, por exemplo, através de seguros de proteção, mas isso implicaria um custo acrescido para as organizações (Martinich, 1997).

### 2.1.3. Custos dos *stocks*

Relativamente aos custos associados à manutenção dos *stocks* por parte das organizações são diversos, destacando-se os seguintes:

- i) **Custo de aprovisionamento** - Custo associado à colocação da encomenda que compreende as remunerações e encargos associados, estudos de mercado, despesas com

negociações, controlo de prazos, transporte do produto e, ainda, controlo das entregas e conferência das faturas (Chase *et al*, 1998);

- ii) **Custo de posse** – Custos associados ao capital imobilizado, seguros, funcionamento do armazém, obsolescência e depreciação e, ainda, o custo de perdas por deterioração (FPF, 2012);
- iii) **Custo de rutura** - Podem surgir na fase de fabricação/manutenção quando a organização não consegue fazer face às encomendas dos clientes (Chase *et al*, 1998);
- iv) **Custo de informação** – Resultam da obtenção e disponibilização da informação necessária à gestão dos *stocks*;
- v) **Custo de setup** - Custo associado à preparação das máquinas de cada vez que esta inicia o fabrico de um novo lote de um determinado produto (Waller, 1999).

#### 2.1.4. Modelos de gestão de *stocks*

O modelo de gestão de *stocks* mais adequado depende essencialmente das características da procura do produto em causa e da sua importância relativa para a organização (figura 2.2).

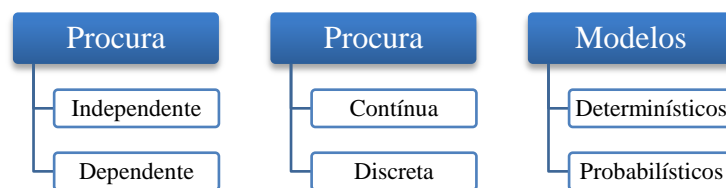


Figura 2.2 – Tipos de procura e de modelos aplicados na gestão de *stocks*

A procura diz-se independente quando a procura entre diversos produtos não está relacionada uns com os outros. Contrariamente, designa-se por procura dependente de um produto se a necessidade desse produto é o resultado direto da necessidade de outro, geralmente de um produto de nível superior da estrutura em árvore do qual faz parte (matérias-primas) (Chase *et al*, 1998).

A procura pode ser, ainda, classificada de contínua ou discreta. A procura contínua manifesta-se a uma forma regular ao longo de um determinado período de tempo, enquanto a procura discreta ocorre em intervalos de tempo discretos (Chase *et al*, 1998).

Os modelos de gestão de *stocks* podem ser determinísticos ou probabilísticos. Nos determinísticos a procura e o prazo de entrega são constantes sendo adequados em situações de procura independente. Os probabilísticos incluem o risco e a incerteza na previsão da procura, assumindo que a procura é aproximadamente constante ao longo do tempo sendo, por isso, possível estimar uma distribuição de probabilidade que lhe possa estar associada. Esta característica de incerteza cria a necessidade de constituir *stocks* de segurança (Chase *et al*, 1998).

Os modelos de gestão e controlo de *stocks* também podem ser classificados quanto ao tipo de revisão dos *stocks* que lhes está subjacente, nomeadamente, os modelos de revisão contínua e os de revisão periódica (tabela 2.1). Os modelos de revisão contínua caracterizam-se por dois parâmetros, nomeadamente, a quantidade a encomendar que é um valor fixo e o ponto de encomenda que é uma quantidade. No instante em que o nível do *stock* atinge o valor do ponto de encomenda é colocada uma encomenda ao fornecedor. Assim, o período de tempo que medeia duas encomendas consecutivas pode ser variável (Chase *et al*, 1998).

Os modelos de revisão periódica caracterizam-se por um período entre revisões que é fixo e um nível máximo de *stock* que permite determinar a quantidade que é necessário encomendar quando é realizada a revisão sendo, normalmente, variável (Chase *et al*, 1998).

Tabela 2.1 – Modelos de gestão e controlo de *stocks*

Revisão do <i>Stock</i>	Quantidade encomendada	Período entre revisões
Contínua	Fixa	Variável
Periódica	Variável	Fixo

Seguidamente é caracterizado com algum detalhe o modelo de revisão contínua.

#### 2.1.4.1. Modelos de revisão contínua

O modelo de revisão contínua consiste em encomendar uma quantidade fixa, quantidade económica de encomenda (EOQ), assim que o *stock* atinge o nível de reaprovisionamento ou ponto de encomenda. Como referido anteriormente, caracteriza-se por encomendar sempre a mesma quantidade em instantes de tempo com diferente espaçamento. Na figura 2.3 está representada graficamente a evolução do nível do *stock* ao longo do tempo neste tipo de modelo. De realçar que após o nível de *stock* atingir o ponto de encomenda, o prazo de entrega é constante ao longo do tempo.

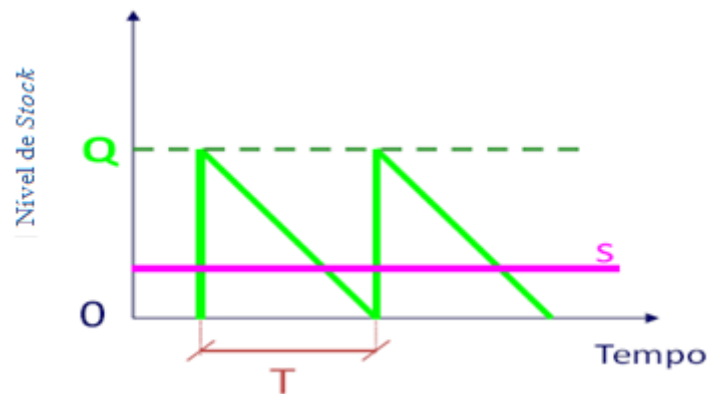


Figura 2.3 – Evolução do nível do *stock* no modelo de revisão contínua

Os modelos de revisão contínua podem ainda ser diferenciados de duas maneiras, modelos com taxa de aprovisionamento infinita ou modelos com taxa de aprovisionamento finita, com base na entrega das encomendas (Chase *et al*, 1998).

**i. Modelo de revisão contínua com taxa de aprovisionamento infinita**

No modelo de revisão contínua com taxa de aprovisionamento infinita a quantidade encomendada ao fornecedor é recebida de uma só vez (figura 2.4) (Chase *et al*, 1998). Para que o sistema funcione a taxa de procura (D) deve ser inferior à de produção (P). Este tipo de modelo aplica-se em processos produtivos em que o volume anual de vendas do produto acabado não justifica a manutenção de uma linha de produção a laborar, exclusivamente, e numa base contínua para a produção do produto (Roach, 2005).



**Figura 2.4 – Modelo de revisão contínua com taxa de aprovisionamento infinita**

Para calcular a quantidade ótima de encomenda (Q) aplica-se a fórmula de Wilson, equação (1).

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * Ca}{I * c}} \quad (1)$$

em que:

**Q** – É a quantidade ótima de encomenda (fórmula de Wilson);

**D** – É a procura;

**Ca** – É o custo de aprovisionamento;

**I** – É a taxa de custo de posse;

**c** – É o custo unitário do artigo.

O custo total ( $C_t$ ) associado, que é o mínimo quando a quantidade encomendada é a quantidade ótima de encomenda, é determinado com base nos custos de aprovisionamento, de posse e do material, equação (2).

$$C_t = \frac{Ca * D}{Q} + \frac{I * c * Q}{2} + c * D \quad (2)$$

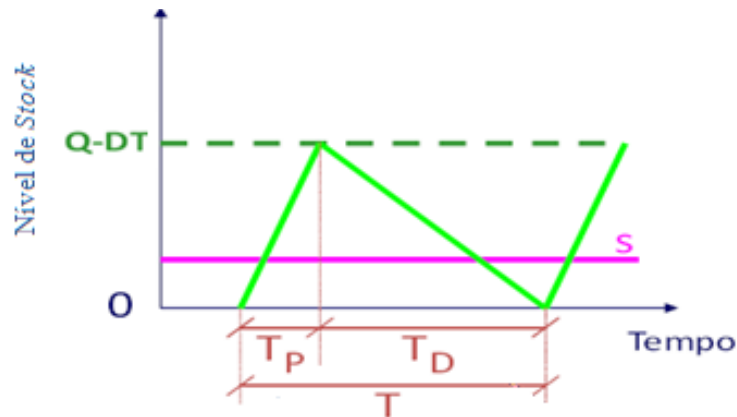
em que:

$C_t$  – É o custo total.

## ii. Modelo de revisão contínua com taxa de aprovisionamento finita

No modelo de revisão contínua com taxa de aprovisionamento finita, também designado por técnica do lote económico de produção, a quantidade encomendada ao fornecedor não é entregue de uma só vez. Como se pode observar na figura 2.5, durante o período de tempo entre a colocação de duas encomendas consecutivas, duração de um ciclo ( $T$ ), existe sempre procura ( $D$ ) mas apenas durante uma parte do ciclo ( $T_p$ ) existe produção ( $P$ ) do lote económico ( $Q$ ).

Assim, no período de tempo  $T_p$  são produzidas e entregues ao armazém  $Q$  unidades a uma taxa constante  $P$  ( $T_p = Q/P$ ) e no período  $T_D$  ( $T_D = T - T_p$ ), período em que não há produção, o *stock* existente em armazém é consumido devido à taxa de procura ( $D$ ). O armazém terá assim um fluxo  $P-D$  durante o período  $T_p$  e de menos  $D$  unidades durante o período  $T_D$ .



**Figura 2.5 – Modelo de revisão contínua com taxa de aprovisionamento finita**

Para calcular a quantidade ótima de produção ( $Q$ ) e o custo total associado a este tipo de modelo, recorre-se às equações (3) e (4), respetivamente.

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * Ca}{I * c} * \frac{1}{1 - \frac{D}{P}}} \quad (3)$$

$$C_t = \frac{Ca * D}{Q} + \frac{I * c * Q}{2} * \left(1 - \frac{D}{P}\right) + c * D \quad (4)$$

em que:

**Q** – É a quantidade ótima de produção;

**C<sub>t</sub>** – É o custo total;

**D** – É a procura;

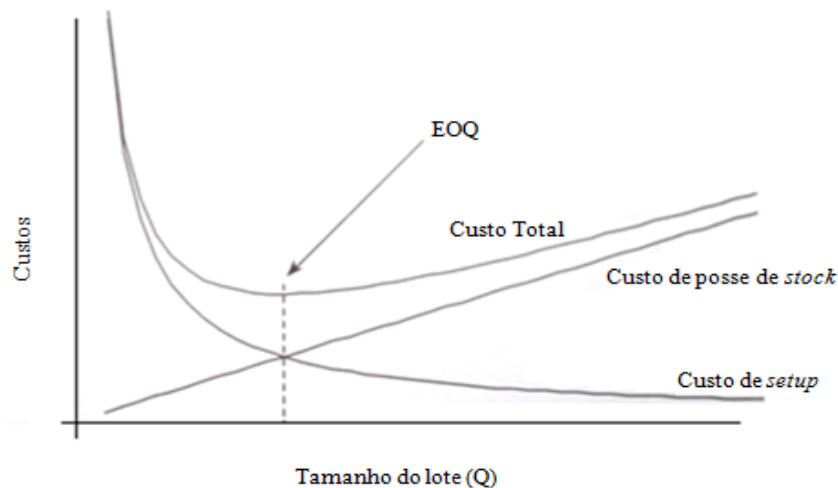
**Ca** – É o custo de preparação ou *setup*;

**I** – É a taxa de custo posse;

**c** – É o custo unitário do artigo;

**P** – É a capacidade de produção.

A relação e comportamento dos custos de posse de *stock*, de preparação ou *setup* e total em função do tamanho do lote de produção (Q) é apresentada na figura 2.6. Como se pode constatar a partir da observação da figura, o custo associado à posse do *stock* aumenta proporcionalmente com o aumento do tamanho do lote produzido, enquanto o custo associado aos *setups* diminui com o aumento do tamanho do lote (Standard & Davis, 1999). O custo total mínimo verifica-se para o tamanho do lote em que o custo de posse do *stock* é igual ao custo de *setup*, identificado na figura 2.6 por EOQ.



**Figura 2.6 – Evolução dos custos de posse de *stock*, de *setup* e total**

Com a aplicação desta técnica determina-se o tamanho de lote que minimiza o custo total por unidade, isto é, o somatório dos custos de *setup* e de posse de *stock*.

No entanto, o lote económico de produção é determinado considerando a produção de um só produto. Logo, a linha está ocupada apenas durante o tempo em que produz e ociosa caso contrário. Quando dois ou mais produtos concorrem pela mesma linha de produção, o lote económico de produção para cada produto é determinado de modo independente. Nestas circunstâncias pode

acontecer que a linha de produção possa ser solicitada para produzir em simultâneo os dois produtos, fenómeno da “interferência”, sendo fisicamente impossível satisfazer a produção dos dois produtos. O problema consiste, portanto, em acomodar a produção dos lotes económicos dos dois produtos na mesma linha de produção de modo que seja mínimo o custo satisfazendo atempadamente a procura do mercado (Castro & Pizzolato, 2005).

A literatura refere ainda a técnica EPEI (*Every Part Every Interval*) para otimizar os tempos de *setup*. A técnica baseia-se na otimização dos processos produtivos tendo por base as suas capacidades totais e como é que essas capacidades são utilizadas. Deste modo, é possível reduzir os *stocks*, o *lead time* e os custos associados, produzindo lotes mais pequenos, e utilizando a capacidade total do sistema produtivo de maneira mais eficaz (Guild, 1990). A figura 2.7 ilustra como é caracterizada a capacidade total diária num processo.

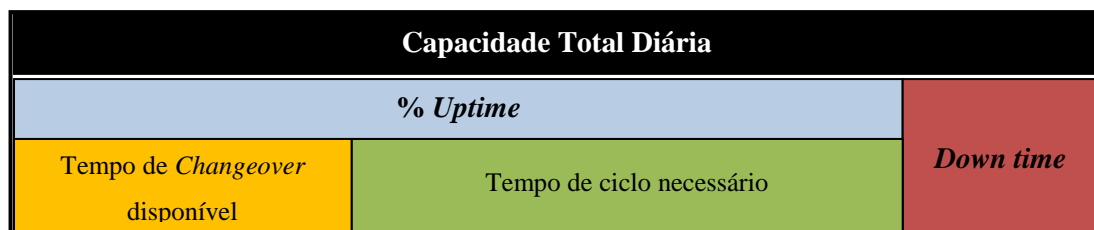


Figura 2.7 – Capacidade total diária na técnica EPEI  
Fonte: Guild (1990)

A técnica EPEI utiliza a equação (5) para cada processo do sistema produtivo e otimiza o número de *changeovers* por processo de acordo com os tempos de *setup* de cada produto, ou seja, esta técnica permite saber quantos *changeovers* se pode efetuar no tempo que sobra para além do tempo de produção necessário e da capacidade total diária do processo. Deste modo, é possível obter o *Return In days* (RI<sub>days</sub>), ou seja, o ciclo ótimo entre a mudança de ferramentas no mesmo processo tendo em atenção a sua capacidade total diária (Guild, 1990).

$$RI_{days} = \frac{\sum C_o}{(A * U) - \sum (D * TC)} \quad (5)$$

em que:

$C_o$  – Número de tempos de *setup* de cada produto;

$A$  – É a capacidade diária de produção;

$U$  – É a percentagem de tempo que o processo produtivo se encontra ativo - *uptime* (%);

$D$  – É a procura diária de cada produto;

$TC$  – É o tempo de ciclo de cada produto.

### 2.1.5. Classificação ABC

A classificação ABC consiste em diferenciar os produtos consoante o seu volume de vendas anual. Esta classificação baseia-se na Lei de Pareto ou lei dos 20-80, o que significa que cerca de 20% dos produtos representam 80% do volume total de vendas enquanto que os 80% dos restantes produtos são responsáveis apenas por 20% do volume total de vendas. Esta classificação torna-se fundamental para uma organização uma vez que influenciará o modelo de gestão a aplicar a cada um dos produtos. A realização da classificação ABC traduz-se na criação de três classes de produtos (A, B e C), sendo a mesma efetuada a partir dos consumos anuais de cada um dos produtos, por ordem decrescente. Na figura 2.8 encontra-se ilustrado graficamente uma classificação ABC (Fu *et al*, 2012).

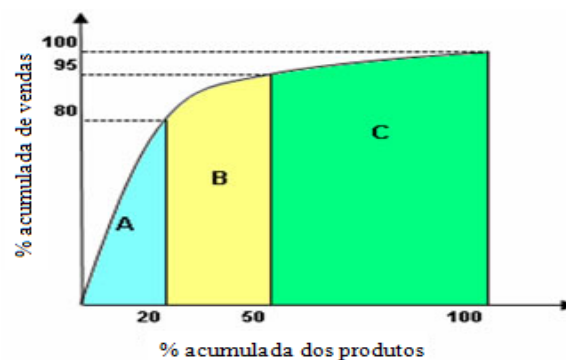


Figura 2.8 – Classificação ABC



## 2.2. Fundamentos do *Lean Management*

O *lean management* engloba o desenvolvimento de processos e produtos que visam a criação de valor para os clientes, a criação de fluxos contínuos e sistemas *pull* a partir da procura real e, ainda, a análise e melhoria do fluxo de valor, de modo a eliminar qualquer tipo de desperdícios (Rathje *et al*, 2008).

### 2.2.1. Origem e evolução do pensamento *lean*

O pensamento *lean* teve a sua origem nas últimas décadas do século XIX, período no qual Eli Whitney desenvolveu peças intermutáveis, convenções de desenho e tolerâncias e, ainda, desenvolveu as máquinas-ferramentas. Durante este período decorreu a Guerra Civil Americana (Strategos, 2013).

O pensamento *lean* teve o seu início na integração do processo de produção em massa através de Henry Ford, focando-se essencialmente nas necessidades do consumidor. Assim, Henry Ford pretendia oferecer ao mercado um produto fiável, de baixo custo e com uma entrega rápida ao cliente. Por isso, criou o Ford Model T, um carro produzido num único modelo, em que a linha de produção era simples e eficiente, ou seja, a linha não permitia a possibilidade de produzir variedade. No entanto, este processo fornecia o produto ao cliente a um baixo custo e a uma grande velocidade, como Henry Ford pretendia (Strategos, 2013).

Assim, na primeira metade do século XX (período que inclui a 1ª Guerra Mundial e a 2ª Guerra Mundial), assistiu-se ao desenvolvimento na estratégia de manufatura, bem como ao desenvolvimento das linhas de montagem. Ainda neste período, surgiu o desenvolvimento do *Statistical Process Control* (SPC) e do *Total Quality Management* (TQM) (Strategos, 2013).

Posteriormente, na segunda metade do século XX, desenvolveu-se o *Toyota Production System* (TPS) com base nas ideias de Henry Ford, mas oferecendo variedade e qualidade de produtos a um preço competitivo e, ainda, com prazos de entrega rápidos. O TPS foi desenvolvido por Eiji Toyoda, Taichii Ohno e Shigeo Shingo, e caracteriza-se por um sistema de produção sem *stocks* e com tempos de *setup* cada vez mais reduzidos (Strategos, 2013).

O *core* do pensamento *lean* está bastante ligado ao TPS e a sua essência tem como objetivo utilizar metade do esforço dos operários, metade do espaço, metade do investimento e metade do *stock*, em comparação com o sistema tradicional, resultando numa maior variedade de produtos e com menos defeitos (Pinto, 2009).

Por fim, no final da segunda metade do século XX, surgiu o conceito de *Lean Manufacturing* através da obra “*The Machine that Changed the World*”.

#### 2.2.1.1. *Toyota Production System (TPS)*

O TPS, atualmente incluído num conceito mais abrangente chamado *Lean Manufacturing*, surgiu no Japão, logo após a Segunda Guerra Mundial. O TPS baseia-se num sistema de produção em pequenas quantidades de uma ampla variedade de produtos focando-se na personalização do produto e na satisfação das necessidades do cliente (Chase *et al*, 1998).

O principal objetivo do TPS é aumentar a eficiência da produção, eliminando qualquer tipo de desperdícios de forma consistente. O TPS tem por base dois pilares necessários que são o *Just-In-Time* (JIT) e o *Jidoka* (*automation*), como se pode observar na figura 2.9, onde está representada a casa TPS (LeanExperience, 2008).

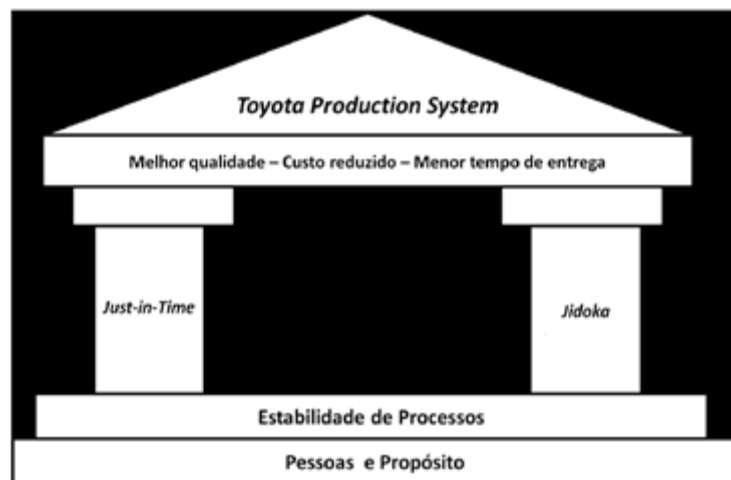


Figura 2.9 – Casa TPS

Seguidamente são caracterizados com algum detalhe os dois pilares do TPS.

##### i. *Just-In-Time (JIT)*

A filosofia JIT baseia-se em sistemas de produção simples, eficientes e capazes de otimizar o uso dos seus recursos financeiros, equipamento e mão-de-obra, atendendo às necessidades dos clientes ao menor custo possível (Guimarães & Falsarella, 2008). Deste modo, o objetivo do JIT é eliminar qualquer função desnecessária no sistema produtivo que encareça custos adicionais às organizações, impedindo uma melhor produtividade do sistema produtivo. Algumas das principais metodologias que

exercem influência num sistema JIT são, por exemplo, o *kanban* ou o *Total Quality Management* (Lubben, 1989).

Assim sendo, na filosofia JIT, um produto só chega ao processo seguinte se estiver a ser necessário, no tempo e quantidade necessária. Segundo esta filosofia, é possível aproximar-se do *stock* zero, expondo os problemas que estão cobertos pelo excesso de *stock*, como a má qualidade dos produtos, os tempos de *setup* elevados ou, ainda, as avarias dos equipamentos (Cheng & Podolsky, 1996).

## ii. *Jidoka* (*Automation*)

A palavra *Jidoka* significa “parar tudo quando algo corre mal” correspondendo a um controlo da qualidade na origem. A metodologia *Jidoka* engloba também inspeções automatizadas, ou seja, as inspeções devem ser efetuadas por um equipamento e não por um operador, devido ao equipamento ser mais rápido, fácil, repetitivo e eficiente. Todavia, a fase da inspeção é uma parte do processo produtivo, não envolvendo um local/operador específico para a realizar quando surge um problema. Esta metodologia evita, assim, a produção em massa de componentes com má qualidade (Chase *et al*, 1998).

### 2.2.2. Princípios do pensamento *lean*

O pensamento *lean* baseia-se num conjunto de princípios que visam simplificar o modo como uma organização produz valor para os seus clientes, através da eliminação dos desperdícios e da utilização de apenas do necessário (Staats *et al*, 2010). Os cinco princípios da implementação da produção *lean* são:

- i) **Valor** – A organização deve fornecer ao cliente apenas o produto/serviço que ele pretende.
- ii) **Identificação do fluxo de valor** – Identificar os processos estritamente necessários e que realmente produzem valor para a produção do produto/serviço até este chegar ao cliente.
- iii) **Fluxo** – O processo de produção deve ser contínuo, eliminando tempos de espera e *stocks*.
- iv) **Pull** – Permitir que seja o cliente a puxar o produto, evitando *stocks*.
- v) **Perfeição** – Esforço contínuo na procura de processos perfeitos.

O pensamento *lean* também está relacionado com atividades que não acrescentam valor ao produto ou serviço, ou seja, o conceito de desperdício. Deste modo, as oitos principais fontes de desperdício são (Martinich, 1997):

- i) **Produção excessiva** – Ocorre quando um processo produz para além da ordem de fabrico.

- ii) **Excesso de *stocks*** – Ocupa demasiado espaço de armazenamento, resultando em custos excessivos para as organizações.
- iii) **Transporte** – Deslocações excessivas de operadores, materiais e informação, resultando num gasto desnecessário de capital e tempo.
- iv) **Movimentação desnecessária** – Desorganização dos postos de trabalho, resultando numa despreocupação por aspetos ergonómicos dos operadores.
- v) **Tempo de espera** – Tempos em que os produtos aguardam para serem transformados nos respetivos processos devido à falta de disponibilidade de materiais, equipamentos ou operadores.
- vi) **Defeitos (qualidade)** – Aumentar os cuidados relativamente aos produtos defeituosos é muito importante para reduzir custos com outros desperdícios.
- vii) **Processo inadequados** – Utilização incorreta de ferramentas e equipamentos, processos inadequados às funções ou, ainda, má aplicação dos recursos.
- viii) **Design inadequado** – *Design* de produtos/serviços que não têm em conta os requisitos do cliente.

O planeamento da produção nas organizações pode estar estruturado segundo duas filosofias, a filosofia *Push* e a filosofia *Pull*. Tradicionalmente, o planeamento da produção é realizado de acordo com a filosofia *Push* e, só, mais tarde apareceu o conceito de filosofia *Pull* (Bacioiu, 2009). Seguidamente são descritas com mais detalhe ambas as filosofias.

- **Filosofia *Push***

Na filosofia *Push* a produção é efetuada numa data definida e planeada de acordo com as previsões da procura e com *stock* existente. Nesta filosofia, o produto fica sujeito a uma sequência de operações e, quando uma operação termina, o produto é “empurrado” para a operação seguinte, mesmo que não seja necessário naquele momento. Assim, no caso do produto chegar à operação seguinte e tiver que aguardar que seja utilizado, isso contribui para a formação de um elevado *stock* intermédio no sistema produtivo (Waller, 1999).

- **Filosofia *Pull***

Na filosofia *Pull* o produto é “puxado” em vez de ser “empurrado” para a operação seguinte. Nesta filosofia acontece um fluxo de informação contrário ao do produto, ou seja, o último posto de trabalho indica ao posto anterior as suas necessidades no momento, e cada posto repete a operação de maneira a cada um produzir somente o que é necessário e quando é necessário. Assim a produção passa a ser dirigida pelo cliente e, como o produto é “puxado”, não existe o risco de custos elevados para as organizações provenientes dos *stocks* intermédios (Waller, 1999).

### 2.2.3. Metodologias e ferramentas de aplicação *lean*

O pensamento *lean* fornece às organizações uma panóplia de metodologias para melhorar a sua competitividade como o VSM (*Value Stream Mapping*), a metodologia 5S, o *Heijunka*, o *Poka-yoke*, o *Kaizen*, o TQM (*Total Quality Management*), a padronização de tarefas (*Standard Work*), o TPM (*Total Productive Maintenance*), a técnica dos 5 Porquês (5 *WHY*'s), o *Andon* (Gestão visual), o SMED (*Single Minute Exchange of Die*), o FIFO (*First In - First Out*) ou ainda o sistema *Kanban* (Martinich, 1997). Seguidamente será descrita com mais detalhe a metodologia do sistema *Kanban*.

#### 2.2.3.1. Sistema *Kanban*

O sistema *kanban* é uma metodologia *lean* com o intuito de controlar a informação, os *stocks* e a produção em todos os processos para cada produto do sistema produtivo. Assim, o principal objetivo do sistema *kanban* é o de produzir apenas o que é necessário, quando for necessário, reduzindo a sobreprodução (Junior, 2010).

O sistema *kanban* foi criado para satisfazer as necessidades específicas de uma organização (*Toyota*), mas nem todas as organizações apresentam as mesmas características que a *Toyota*. Assim sendo, o sistema *kanban* apresenta algumas restrições, que estão descritas na literatura, como a procura instável, a instabilidade do tempo de processamento dos componentes, as operações não-padronizadas, os tempos de *setup* elevados, a grande variedade de componentes e a incerteza do abastecimento de matérias-primas (Junior, 2010).

##### i. Descrição de um sistema *Kanban*

O sistema *kanban* funciona como um sistema de informação que interliga toda a cadeia produtiva e conecta o fluxo de material de acordo com a procura do cliente. Este sistema é caracterizado por um conjunto de cartões que permitem controlar a produção nos diversos processos do sistema produtivo, de acordo com a filosofia JIT. O sistema *kanban* pode-se aplicar tanto a processos internos de uma organização como a clientes e fornecedores externos (Thun *et al*, 2010).

Este sistema tem por base o controlo do fluxo de produtos e de informação, permitindo assim gerir e controlar os *stocks* dos produtos e a produção. Assim, num sistema produtivo, quando um posto de trabalho consome um determinado produto, o sistema *kanban* permite informar o posto de trabalho a montante que esse produto foi consumido. Neste sentido, o posto de trabalho a montante terá que produzir esse produto, repondo assim o *stock* (Martinich, 1997).

Relativamente à estrutura física de um cartão *kanban*, este depende de organização para organização. Geralmente os cartões *kanban* são representados por fitas magnéticas, a serem afixadas em placas junto ao posto de trabalho ou colocados em recipientes que contêm os produtos. Os cartões *kanban* contêm informações bastante importantes como a referência do produto produzido, a designação do processo anterior e seguinte ou, ainda, a capacidade do contentor. Deste modo, o sistema *kanban* permite saber o estado da produção a qualquer momento (Chase *et al*, 1998).

De forma a melhor compreender a metodologia do sistema *kanban*, na figura 2.10 está ilustrada uma linha de produção com três postos de trabalho, por exemplo, e os respetivos fluxos entre eles. Como se pode observar na figura, o fluxo de informação acontece no sentido inverso ao fluxo dos produtos entre os postos de trabalho (Courtois *et al*, 1997).

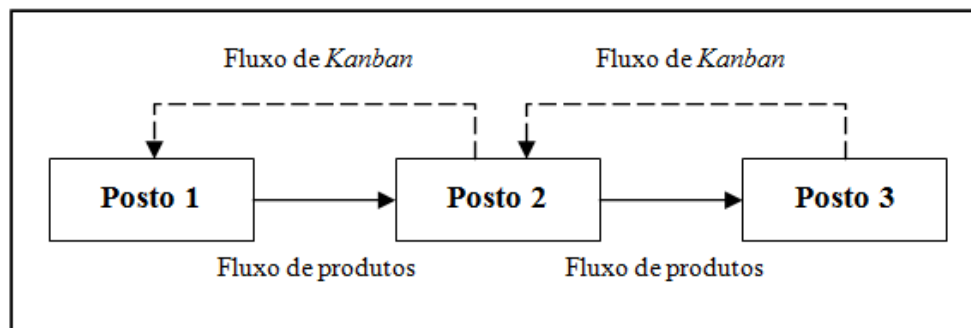


Figura 2.10 – Fluxo de produtos e de *kanban* entre os postos de trabalho

A figura 2.11 explica o funcionamento do fluxo de cartões *kanban* entre dois postos de trabalho, ilustrando como funciona o fluxo de informação utilizando um sistema *kanban*. Como se pode observar na figura 2.11, quando o posto de trabalho 2 consumir contentores com produtos produzidos pelo posto de trabalho 1, o operador retira o cartão *kanban* que está associado a esses contentores. Desta forma, o cartão *kanban* é enviado para o posto de trabalho 1, representando para o mesmo uma ordem de fabrico de um novo contentor de produtos. Após o posto de trabalho 1 produzir um novo contentor, o operador coloca-lhe um cartão *kanban* e reencaminha-o para o posto de trabalho 2, onde irá aguardar a sua utilização numa determinada zona de *stock*. Deste modo, cada cartão *kanban* representa um contentor entre dois postos de trabalho (Courtois *et al*, 1997).

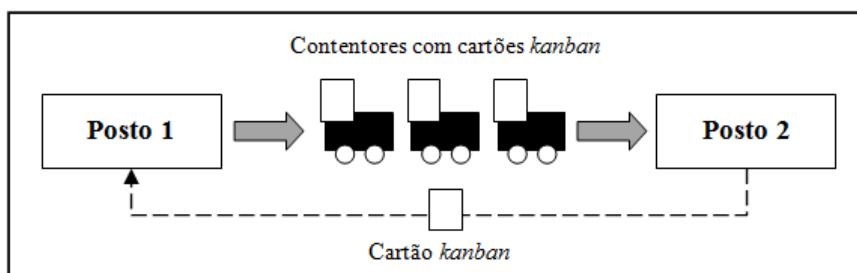


Figura 2.11 – Circulação de cartões *kanban* entre dois postos de trabalho

Portanto, os cartões *kanban* podem estar associados a um contentor na zona de *stock* aguardando pela sua utilização ou podem estar inseridos num quadro de planeamento a aguardar a produção. Deste modo, se não existirem cartões *kanban* no quadro de planeamento de um determinado produto, isto significa que os cartões *kanban* estão associados a um contentor na zona de *stock* não sendo por isso necessário produzir esse produto. Por outro lado, se existirem cartões *kanban* no quadro de planeamento de um determinado produto, isto significa que o posto de trabalho a jusante consumiu contentores (Courtois *et al*, 1997).

Relativamente aos tipos *kanban*, estes podem ser de dois tipos: *kanban* de produção e *kanban* de transporte (Smalley, 2004). O *kanban* de produção é o sinal que autoriza a produção de um determinado produto enquanto o *kanban* de transporte é o sinal que autoriza a transferência de produtos em *stock*.

De realçar que o *kanban* de transporte pode ser utilizado de duas maneiras diferentes, ou seja, pode ser utilizado entre processos internos ou com fornecedores externos, também designado por *kanban* de fornecedor. Este tipo de *kanban* tem como objetivo avisar o fornecedor externo de que é necessário enviar produtos para determinados processos internos (Smalley, 2004).

Na figura 2.12 está apresentado um exemplo de um cartão *kanban* de produção.

	Processo anterior ↔ Processo atual	
	Plating (ME-47)	Coating (TO-13)
	Nome do produto	
	51341 - 162600 - 00 tail lamp rim	
	Capacidade	
	20	
Número do produto	Número do cartão	
L-2	6/10	

**Figura 2.12 – Cartão *kanban* de produção**  
Fonte: Development Team (2002)

O sistema *kanban* pode assumir diferentes formas para além do uso tradicional do cartão (Cross & Mcinnis, 2003). Algumas das técnicas mais conhecidas associadas ao sistema *kanban* são:

- Quadros de planeamento;
- *Look-See*;
- *Kanban* eletrónico.

De seguida são descritas cada uma destas técnicas de forma detalhada.

- **Quadros de planeamento**

Os quadros de planeamento em conjunto com os cartões *kanban* correspondem à técnica mais associada ao sistema *kanban*. Nesta técnica os cartões *kanban* são colocados nos quadros de planeamento à medida que os contentores vão sendo consumidos, permitindo assim um planeamento eficaz da produção. Estes quadros são constituídos por três zonas coloridas: verde, amarelo e vermelho (Donatelli, 2008).

A cor verde indica que ainda existe *stock* suficiente e, portanto, a produção não precisa de ser iniciada. A cor amarelo indica um sinal de alerta de que o *stock* se encontra a um nível reduzido, podendo a produção ser iniciada. A cor vermelha indica urgência na produção, devendo esta começar imediatamente, visto que existe o risco de rutura de *stock* (Donatelli, 2008). Na figura 2.13 mostra um exemplo de um quadro de planeamento.

<b>Produto A</b>	Cartão Kanban	Cartão Kanban	Cartão Kanban	Cartão Kanban	Cartão Kanban	
<b>Produto B</b>	Cartão Kanban	Cartão Kanban	Cartão Kanban			
<b>Produto C</b>	Cartão Kanban					
<b>Produto D</b>	Cartão Kanban	Cartão Kanban				
<b>Produto E</b>	Cartão Kanban					

**Figura 2.13 – Quadro de planeamento**

Como se pode observar na figura 2.13, os cartões *kanban* são colocados em primeiro lugar nos espaços a verde no quadro de planeamento, em seguida nos espaços a amarelo e, por último, nos espaços a vermelho.

- **Look-See**

A técnica *Look-See* consiste em sinais visuais (marcas no chão, por exemplo) que permitam transmitir a necessidade de produzir um determinado produto. A regra que está por base desta técnica é se for visível o sinal amarelo, então é necessário produzir determinado produto. Se o sinal for vermelho, então significa que o processo está em risco de entrar em rutura de *stock*, sendo urgente iniciar a produção do respetivo produto (Cross & Mcinnis, 2003).



- **Kanban eletrónico**

A técnica do *kanban* eletrónico consiste em utilizar o sistema *kanban* integrado em sistemas de informação, como os sistemas ERP (*Enterprise Resource Planning*). Deste modo, os requisitos do cliente são transmitidos por toda a cadeia de fornecedores, eliminando alguns dos problemas associados à utilização de quadros de planeamento, como o extravio dos cartões *kanban* (Neves, 2009).

## ii. Vantagens e limitações do sistema *kanban*

As vantagens da utilização de um sistema *kanban* numa organização são (Development Team, 2002):

- i) **Redução do stock;**
- ii) **Prevenção da superprodução** – O sistema *kanban* especifica a capacidade e o número máximo de contentores de cada produto. Este sistema permite ainda coordenar a produção em lotes mais pequenos;
- iii) **Aumento da flexibilidade de resposta ao cliente** – No sistema *kanban* são definidos níveis máximos e mínimos de *stock* para cada produto, funcionando estes como sinais de quando se deve ou não iniciar a produção;
- iv) **Minimização do risco de produtos obsoletos;**
- v) **Eficiência e eficácia na gestão visual da produção** – O sistema *kanban* elimina a necessidade do planeamento da produção em papel, informando os operadores qual o produto que é necessário produzir através dos sinais visuais característicos de um sistema *kanban*.

Por outro lado, as limitações associadas ao sistema *kanban* são (Development Team, 2002):

- i) **Tempos de *setup* elevados;**
- ii) **Grandes variações de procura** – É necessário constantemente redimensionar o sistema *kanban* e consequentemente o número de cartões *kanban*;
- iii) **Elevada capacidade dos lotes** – É necessário efetuar alterações ao *layout* da fábrica que permitam reduzir a capacidade dos lotes para garantir um melhor fluxo da produção no sistema produtivo.
- iv) **A qualidade dos produtos tem que ser próxima de cem por cento** – É necessário existir qualidade nos produtos para não proporcionar paragens entre postos de trabalho.

### iii. Cálculo do número de cartões *kanban*

Num sistema *kanban*, o elemento básico no fluxo de produção é um contentor. Por isso, para uma boa implementação do sistema *kanban*, todos os contentores de um mesmo produto devem ter a mesma capacidade. No entanto, deve-se ir reduzindo ao longo do tempo a capacidade dos contentores permitindo assim ao sistema produtivo ser mais flexível, diminuindo potenciais custos com problemas associados à qualidade dos produtos (Aghajani *et al*, 2012).

A expressão para calcular o número de cartões *kanban* para cada produto que circula entre dois postos de trabalho é dada pela equação (6) (Chase *et al*, 1998).

$$n = \frac{D * L * (1 + \alpha)}{C} \quad (6)$$

em que,

**n** – É o número de contentores / cartões *kanban*;

**D** – É a procura;

**L** – É o *lead time* de reposição dos contentores;

**C** – É a capacidade do contentor;

**$\alpha$**  – É o *stock* de segurança.

### 3. CARATERIZAÇÃO DO CASO DE ESTUDO

---

O presente capítulo destina-se a apresentar o caso de estudo da dissertação, em que se caracteriza a organização onde foi efetuado o estudo e descreve o projeto a implementar na organização. É feita a caracterização de todos os processos e fluxos existentes no processo produtivo, bem como de todos os produtos envolvidos.

#### 3.1. A organização Schnellecke Portugal

O Grupo Schnellecke é formado por mais de 30 organizações em aproximadamente 16 localizações em todo o mundo e emprega mais de 8 000 funcionários. Começou, em 1939, como uma organização de mudanças (móveis) sendo, neste momento, uma organização de transportes, montagem, produção, planeamento e engenharia para a indústria automóvel.

O desenvolvimento deste trabalho foi efetuado na Schnellecke Portugal, Unipessoal Lda., que se encontra localizada no distrito de Setúbal, em Palmela, com a sede no Edifício Schnellecke, na localidade da Quinta da Marquesa, que pertence à freguesia da Quinta do Anjo. Esta organização apresenta um capital social de 500 000 euros, e é representada por Fernando Jorge Frias Oliva. Na figura 3.1 encontram-se identificados todos os países em que o Grupo Schnellecke está inserido, com principal destaque a organização onde foi efetuado o presente estudo (Schnellecke Portugal, 2008).

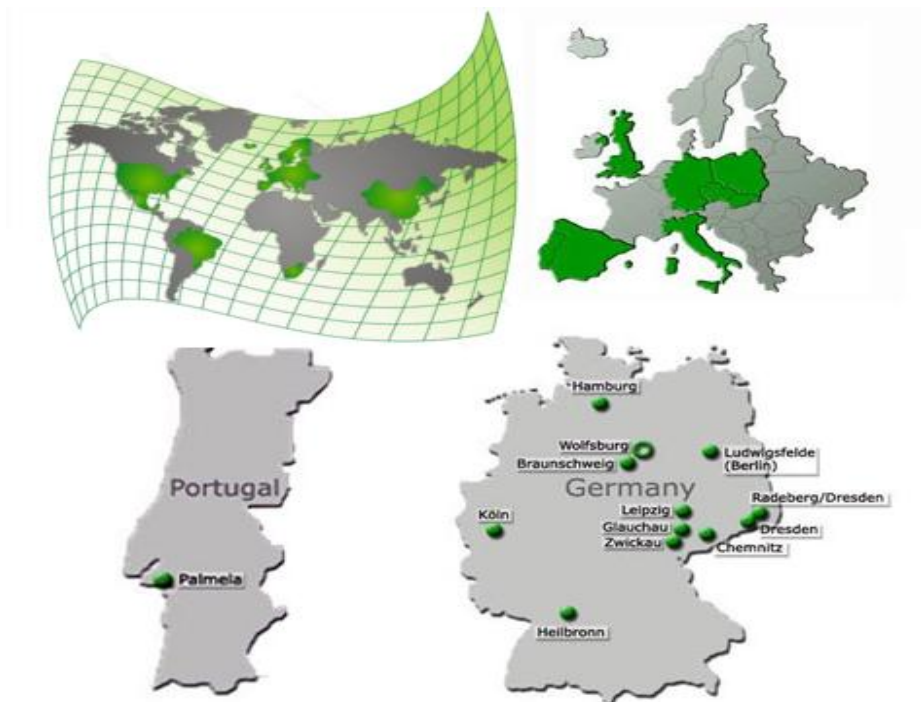
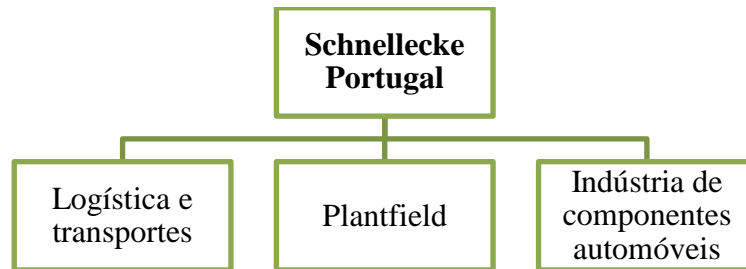


Figura 3.1 – Grupo Schnellecke

A Schnellecke Portugal iniciou a sua produção em 2001. Estando localizada junto à Autoeuropa, este é o seu principal cliente. O Grupo Schnellecke Portugal está organizado em três áreas de negócio (figura 3.2): “Logística e transportes”, “Plantfield” e “Indústria de componentes automóveis”.



**Figura 3.2 – Áreas de negócio da Schnellecke Portugal**

A área da “Logística e transportes” é responsável pelo manuseamento e movimentação de material desde a receção (descarregamento de camiões) até ao seu abastecimento às linhas de produção. A área “Plantfield” é responsável pela carga e descarga de camiões, armazenamento e pré-montagem de produtos no armazém do Grupo Schnellecke Portugal. A área da “Indústria de componentes para automóveis” é a área que efetua trabalhos de montagem, soldadura e prensagem, utilizando as mais modernas tecnologias. De realçar que o presente estudo está inserido na área da Indústria de componentes para automóveis (Schnellecke Portugal, 2008).

O Grupo Schnellecke Portugal tem como objetivo a produção de componentes automóveis e a prestação de serviços de logística nas áreas de distribuição, embalagem e fornecimento de materiais.

### **3.1.1. Áreas funcionais**

As áreas funcionais da Schnellecke Portugal são (Schnellecke, 2010):

- **Direção Geral** – É a responsável máxima do Grupo Schnellecke Portugal. É da sua responsabilidade a gestão de recursos (humanos, técnicos e financeiros) e assegurar a implementação do Plano Estratégico do Grupo.
- **Direção de Operações** – É a responsável pela dinamização dos grupos de trabalho e pela melhoria contínua das diversas áreas de forma a atingir os objetivos estratégicos e operacionais. É ainda responsável pelo acompanhamento da execução do orçamento anual.
- **Contabilidade e Tesouraria** – É responsável pela gestão e controlo de custos, investimentos e gestão da área financeira da Schnellecke Portugal.
- **Recursos Humanos** – É responsável por assegurar o enquadramento das políticas nas orientações estabelecidas pela direção da fábrica e pela comunicação das necessidades entre os vários níveis hierárquicos da fábrica. Tem ainda como responsabilidade a gestão da área

administrativa como o processamento de salários, a gestão do projeto de formação, o processo de recrutamento e seleção.

- **Operação logística** – É responsável pela planificação do trabalho a executar, controlo de armazéns de matéria-prima, de expedição e gestão dos *stocks*.
- **Qualidade** – É responsável pela preparação, implementação e manutenção do Sistema de Gestão da Qualidade, bem como o manual da qualidade e a documentação adjacente.
- **Ambiente** – É responsável pela preparação, implementação e manutenção do sistema de gestão ambiental conforme a norma ISO 14001.
- **Manutenção e engenharia** – É responsável pela gestão da manutenção das áreas de edifício e oficina e aplicação da manutenção preventiva.
- **Produção** – É responsável por garantir o cumprimento das ordens de produção diárias.

### 3.2. Caso de estudo

O processo produtivo tem como objetivo a produção de diversos componentes para automóveis e terá a seu cargo, a partir de setembro deste ano, também a produção de componentes para um novo automóvel que a Ford vai lançar, o Ford Transit Connect, figura 3.3 e, a partir de meados do ano de 2014 para um novo modelo da Mercedes.

O caso de estudo explorado e desenvolvido neste trabalho envolve apenas a produção dos aros das portas, dianteiras e traseiras, dos respetivos modelos de automóvel. Assim, mediante o modelo de automóvel ser do tipo longo ou curto, são produzidos produtos com referências distintas relativamente aos aros das portas. Todos estes produtos após serem produzidos são enviados para a Ford, em Valência, para a posterior montagem no automóvel.



Figura 3.3 – Modelo longo do automóvel Ford Transit Connect

Para além da produção destes produtos para o automóvel Ford, serão produzidos mais dois para um modelo da Mercedes. Neste último caso, em particular, estes produtos dizem respeito aos aros das portas dianteiras do automóvel. No entanto, estes dois produtos apenas são caraterizados no caso de estudo, não estando englobados no planeamento do processo produtivo.

Em síntese, o caso de estudo envolve o planeamento e conceção do processo produtivo para a produção dos componentes para os novos modelos de automóveis da Ford.

### 3.2.1. Fornecedores e clientes

No processo produtivo do caso de estudo existem dois clientes, a Ford em Valência e a KWD em Pamplona, com instalações em Espanha. No entanto, torna-se fundamental estudar e analisar a cadeia de abastecimento que se encontra envolvida neste processo produtivo. Assim, são a Gonvarri, a Prenso Metal, a Fastenrath e a Bulten os fornecedores responsáveis pelo fornecimento de todos os componentes necessários para a produção dos componentes para os dois clientes. Na figura 3.4 encontra-se representada a cadeia de abastecimento do presente caso de estudo.

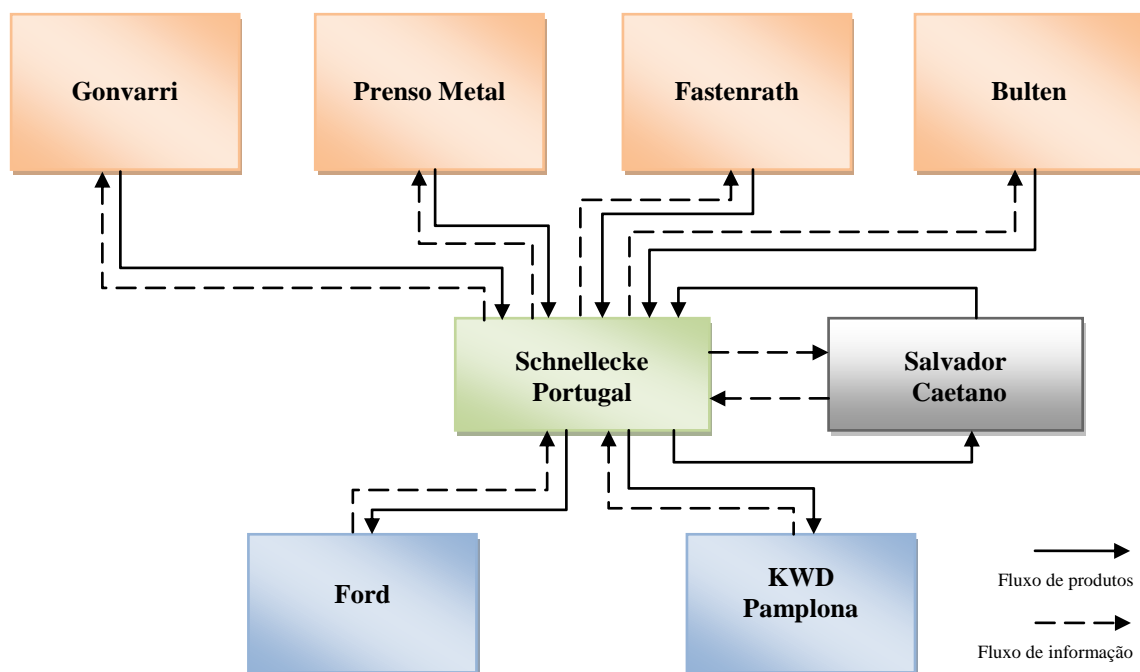


Figura 3.4 – Cadeia de Abastecimento

Através da análise da figura 3.4, verifica-se que a cadeia de abastecimento é constituída por 8 entidades, 4 fornecedores, 2 clientes, 1 fornecedor/cliente e a entidade foco que é a Schnellecke Portugal. As quatro entidades responsáveis por abastecer a entidade foco (fornecedores) são: Gonvarri, Prenso Metal, Fastenrath e Bulten. Estes quatro fornecedores são responsáveis pelo fornecimento de material necessário à entidade foco, como se pode observar nas setas a cheio. Além disso, a entidade

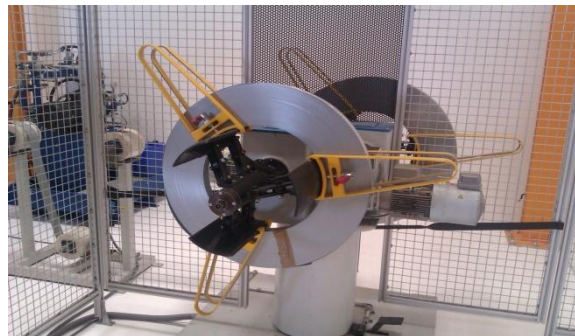
foco é responsável pelo desencadear das encomendas com os respetivos fornecedores, como se pode observar nas setas a tracejado.

Por outro lado, a entidade Salvador Caetano é um fornecedor/cliente uma vez que efetua um processo intermédio do sistema produtivo. Assim sendo, a entidade foco envia para a Salvador Caetano produtos que irão ser transformados. Após os produtos estarem transformados estes retornam à entidade foco, como se pode observar nas setas a cheio. De realçar que entre a entidade foco e a Salvador Caetano existem fluxos de informação, como se pode observar nas setas a tracejado.

Por último, a Ford e a KWD Pamplona são os dois clientes da cadeia de abastecimento. Deste modo, a Ford e a KWD Pamplona fazem as encomendas à entidade foco (setas a tracejado) e esta envia os produtos acabados para os respetivos clientes (setas a cheio). Em seguida descreve-se cada uma das entidades da cadeia de abastecimento.

#### **i. Fornecedor Gonvarri**

O fornecedor Gonvarri é responsável pelo fornecimento da matéria-prima base para a produção dos aros das portas, ou seja, fornece os rolos de aço-alumínio necessários para iniciar o processo de produção dos produtos, como se pode observar na figura 3.5. A entidade foco, a Schnellecke Portugal, encomenda a este fornecedor quantidades elevadas de rolos via e-mail. No entanto, a Schnellecke Portugal não disponibilizou mais informação relativa à quantidade de rolos por encomenda.

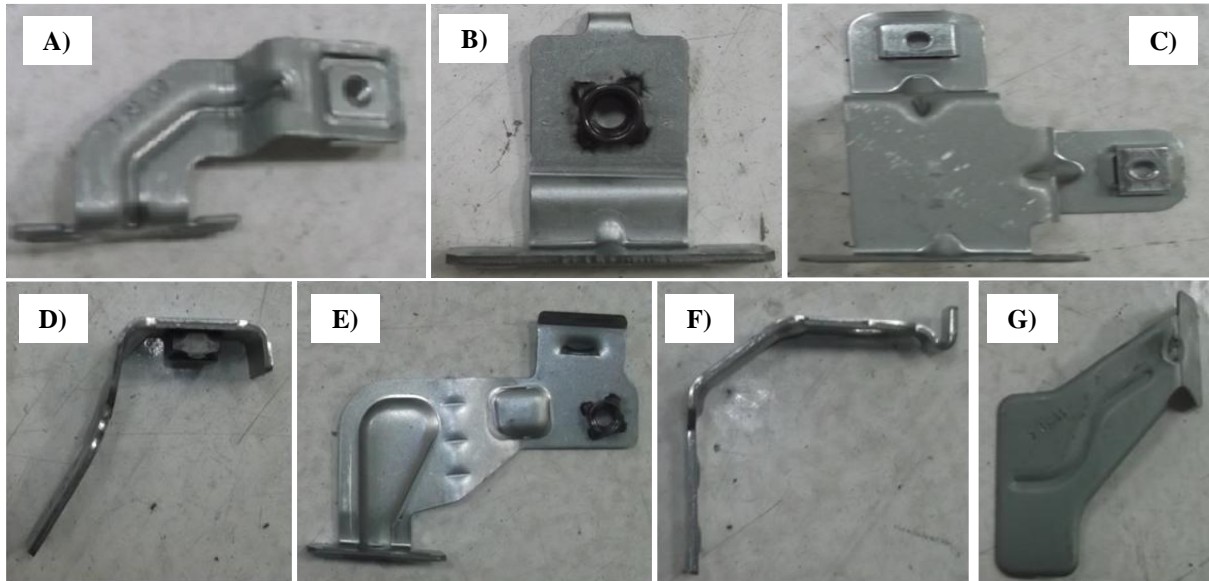


**Figura 3.5 – Rolo do material**

#### **ii. Fornecedor Prensa Metal**

O fornecedor Prensa Metal é responsável pelo fornecimento das *brackets* que posteriormente vão ser soldadas nos respetivos produtos ao longo do processo. As *brackets* são de aço e existem sete tipos diferentes: a *bracket* “tubarão” (esquerda e direita), a *bracket* “dobradiça” (esquerda e direita), a *bracket* “cadeira” (esquerda e direita), a *bracket* “abre-latas” (esquerda e direita), a *bracket* “martelo”

(esquerda e direita), a *bracket* “saca-rolhas” (esquerda e direita) e a *bracket* “barbatana” (esquerda e direita), figura 3.6. Estas designações foram atribuídas pelo próprio fornecedor (Prenso Metal), e estão relacionadas com as formas das *brackets*.



**Figura 3.6 – A) Bracket “Tubarão”; B) Bracket “Dobradiça”; C) Bracket “Cadeira”; D) Bracket “Abre-latas”; E) Bracket “Martelo”; F) Bracket “Saca-rolhas”; G) Bracket “Barbatana”**

A entidade foco, a Schnellecke Portugal, encomenda a este fornecedor quantidades elevadas de cada tipo de *bracket* via e-mail. No entanto, a Schnellecke Portugal não disponibilizou mais informação relativa à quantidade de *brackets* por encomenda.

### iii. Fornecedor Fastenrath

O fornecedor Fastenrath é responsável pelo fornecimento das porcas que vão ser necessárias para os aros das portas traseiras, tanto no modelo longo como curto, para os automóveis da Ford. De realçar que a entidade foco, a Schnellecke Portugal, encomenda a este fornecedor quantidades elevadas de porcas via e-mail. No entanto, a Schnellecke Portugal não disponibilizou mais informação relativa à quantidade de porcas por encomenda.

### iv. Fornecedor Bulten

O fornecedor Bulten é responsável pelo fornecimento dos parafusos que são necessários para a barra divisória traseira do modelo longo do automóvel da Ford. Por cada barra divisória traseira são necessários três parafusos. De realçar que a entidade foco, a Schnellecke Portugal, encomenda a este



fornecedor quantidades elevadas de parafusos via e-mail. No entanto, a Schnellecke Portugal não disponibilizou mais informação relativa à quantidade de parafusos por encomenda.

**v. Fornecedor/Cliente Salvador Caetano**

A Salvador Caetano tem a responsabilidade de fazer a pintura de determinados produtos. Para o efeito, fará o transporte dos produtos em questão da Schnellecke Portugal para as suas instalações, efetuando a pintura dos mesmos e, posteriormente transportá-los-á novamente para a Schnellecke Portugal. Os produtos em causa são as barras divisórias dianteiras e traseiras, tanto para o modelo longo como para o curto, do automóvel da Ford. De referir que a entidade Salvador Caetano fará o transporte de usando o modo rodoviário, de camião, com uma frequência de duas vezes por semana. As encomendas serão processadas via e-mail entre a Schnellecke Portugal e o fornecedor/cliente Salvador Caetano e vice-versa.

**vi. Ford**

A Ford é o principal cliente neste processo produtivo, visto que a maioria dos produtos produzidos são para esta organização. Os produtos acabados são doze no total e referem-se os aros das portas dianteiras e traseiras para o modelo longo e curto. De realçar que diariamente a Ford transportará todos os produtos acabados, por modo rodoviário (camião), e que o fluxo de informação entre a Schnellecke Portugal e o cliente Ford efetua-se por e-mail ou através de um sistema de informação.

**vii. KWD Pamplona**

A KWD Pamplona é o cliente dos dois produtos correspondentes aos aros das portas dianteiras, esquerda e direita, do automóvel da Mercedes. De realçar que o fluxo de informação entre a Schnellecke Portugal e o cliente KWD Pamplona efetua-se por e-mail ou através de um sistema de informação.

**3.2.2. Produtos acabados**

Os produtos acabados, ou seja, os produtos que são enviados para os clientes Ford e KWD Pamplona, são catorze no total (doze para a Ford e dois para a KWD Pamplona).

Os produtos acabados que são expedidos para a Ford são os seguintes:

- Glass channel front left&BCF (BCF – Bending e Clinching front);
- Glass channel front right&BCF;
- Glass channel rear left LWB&BCR (LWB - Long Wheel Base, BCR – Bending e Clinching rear);
- Glass channel rear right LWB&BCR;
- Glass channel rear left SWB&BCR (SWB - Short Wheel Base);
- Glass channel rear right SWB&BCR;
- Divided bar front left&P (P - Painting);
- Divided bar front right&P;
- Divided bar rear left LWB/SWB&P;
- Divided bar rear right LWB/SWB&P;
- Extension bar left LWB&SW (SW – Static Welding);
- Extension bar right LWB&SW.

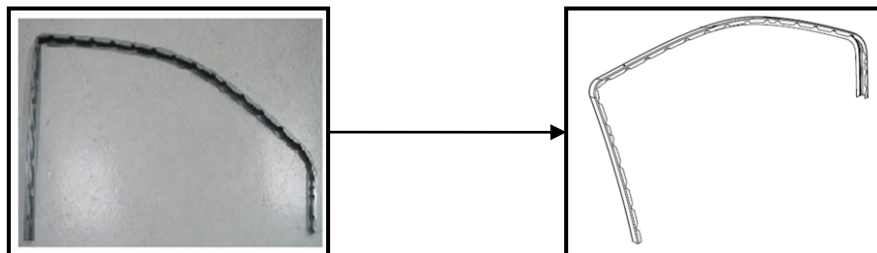
Os produtos acabados que são enviados para o cliente KWD Pamplona são:

- Glass channel front left&M (M - Mercedes);
- Glass channel front right&M.

De seguida caracteriza-se cada um dos catorze produtos acabados, destacando os diversos componentes que os constituem.

**i. Produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF**

Os produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF são idênticos alterando apenas o lado em que se posicionam no automóvel, ou seja, posição esquerda ou direita. Como se pode observar na figura 3.7, estes produtos apenas apresentam o formato do aro dianteiro do automóvel, não integrando mais nenhum outro componente na sua montagem.



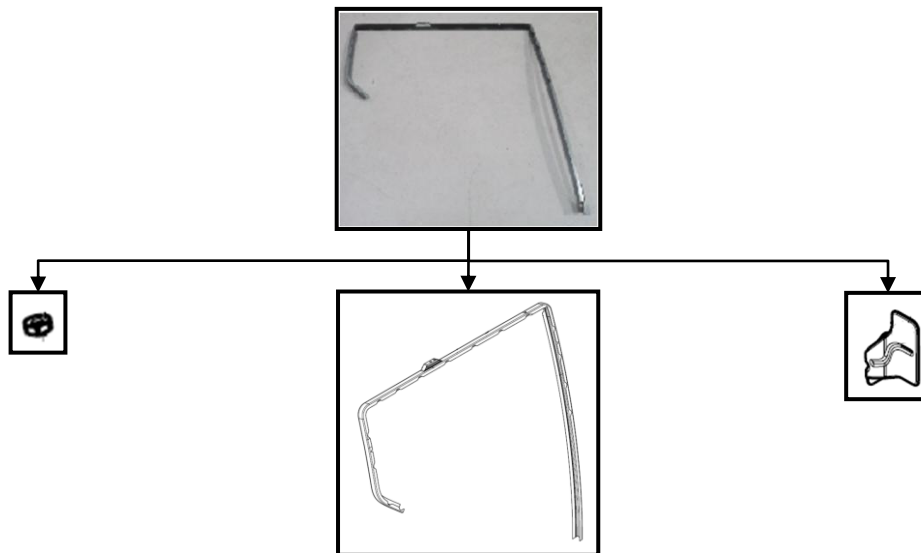
**Figura 3.7 – Produto Glass channel front right&BCF**

**ii. Produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR**

Os produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR apresentam novamente estrutura idêntica, alterando apenas a sua posição no automóvel (esquerda ou direita). Como se pode observar na figura 3.8, estes produtos são constituídos por três componentes, nomeadamente:

- Um aro traseiro longo do automóvel;
- Uma porca;
- Uma *bracket* “barbatana”.

A porca e a *bracket* são soldadas no aro traseiro do automóvel.



**Figura 3.8 – Produto Glass channel rear right LWB&BCR**

**iii. Produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR**

Os produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR apresentam estruturas semelhantes, diferenciando-se apenas na posição em que são colocados no automóvel (esquerda ou direita). Como se pode observar na figura 3.9, cada um destes produtos é constituído por três componentes:

- Um aro traseiro curto do automóvel;
- Uma porca;
- Uma *bracket* “barbatana”.

A porca e a *bracket* são também soldadas no aro traseiro do automóvel.

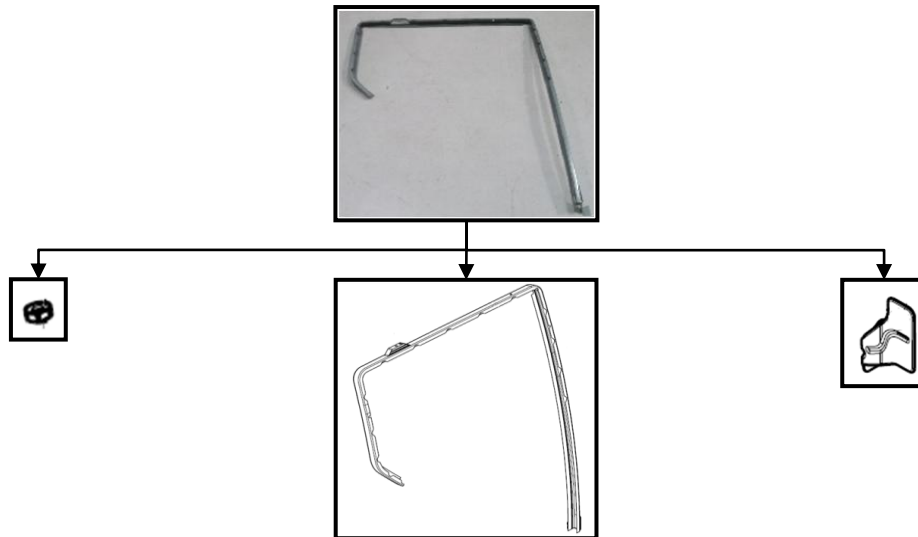


Figura 3.9 – Produto Glass channel rear right SWB&BCR

iv. **Produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P**

Os produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P são idênticos alterando apenas a sua colocação no automóvel (esquerda ou direita). Como se pode observar na figura 3.10, cada um destes produtos é constituído por três componentes:

- Uma barra divisória dianteira do automóvel;
- Uma *bracket* “abre-latas”;
- Uma *bracket* “dobradiça”.

A *bracket* “abre-latas” é soldada na parte superior da barra divisória e a *bracket* “dobradiça” é soldada na parte inferior da barra divisória.

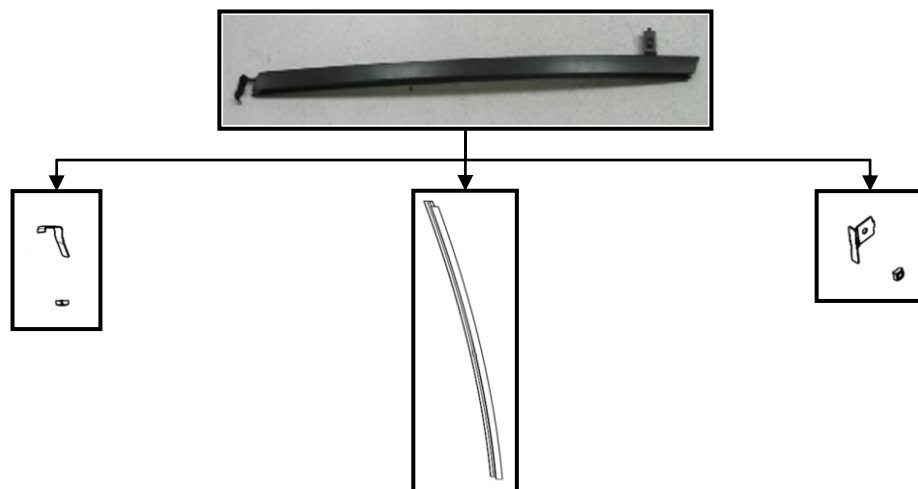


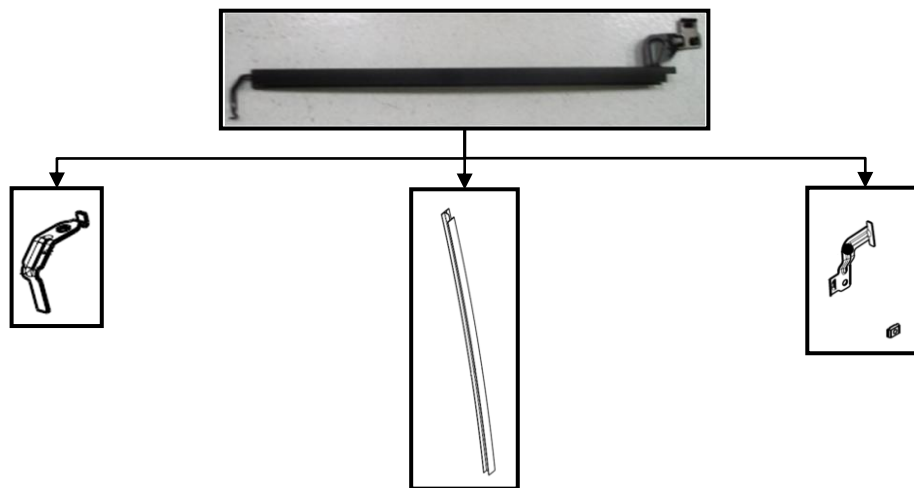
Figura 3.10 – Produto Divided bar front right&P

**v. Produtos Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P**

Os produtos Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P apresentam estrutura semelhante diferenciando-se apenas na posição de colocação no automóvel (esquerda ou direita). Como se pode observar na figura 3.11, cada um destes produtos é constituído por três componentes:

- Uma barra divisória traseira do automóvel;
- Uma *bracket* “saca-rolhas”;
- Uma *bracket* “martelo”.

A *bracket* “saca-rolhas” é soldada na parte superior da barra divisória e a *bracket* “martelo” é soldada na parte inferior da barra divisória.



**Figura 3.11 – Produto Divided bar rear right LWB/SWB&P**

**vi. Produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW**

Os produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW apresentam estruturas iguais distinguindo-se apenas no lado do automóvel em que são colocados (esquerda ou direita). Como se pode observar na figura 3.12, cada um destes produtos é constituído por quatro componentes diferentes:

- Uma barra extensora traseira do modelo longo do automóvel;
- Uma *bracket* “tubarão”;
- Uma *bracket* “cadeira”;
- Três parafusos.

A *bracket* “tubarão” é soldada na parte superior da barra extensora e a *bracket* “cadeira” é soldada na parte inferior da barra extensora. Por outro lado, na *bracket* “tubarão” é colocado um parafuso enquanto, na *bracket* “cadeira” são colocados dois parafusos.

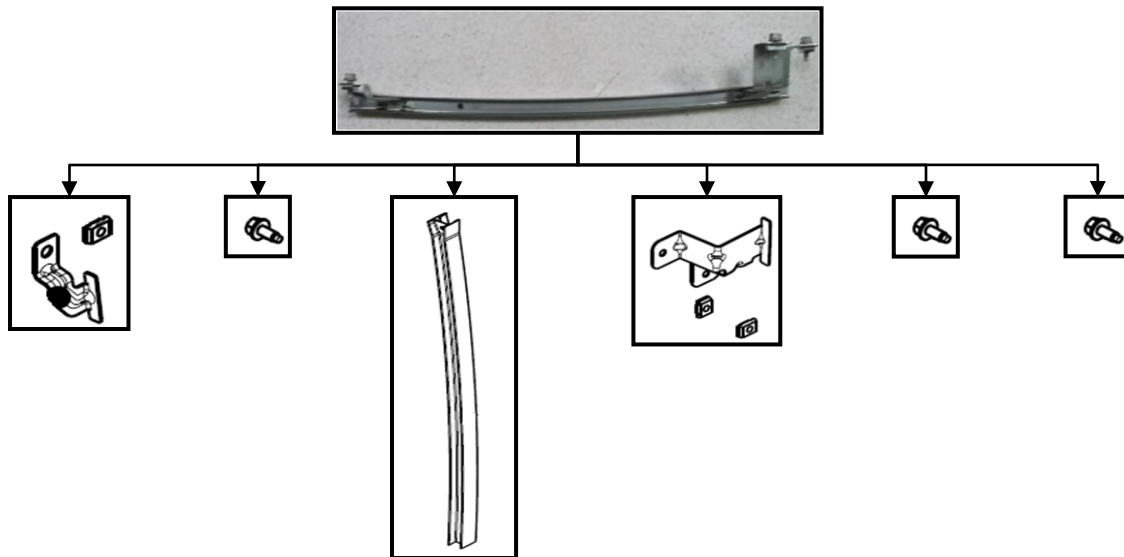


Figura 3.12 – Produto Extension bar right LWB&SW

#### vii. Produtos Glass channel front left&M e Glass channel front right&M

Os produtos Glass channel front left&M e Glass channel front right&M são idênticos alterando apenas o lado em que se posicionam no automóvel, ou seja, posição esquerda ou direita. Estes produtos apenas apresentam o formato do aro dianteiro do automóvel, não integrando mais nenhum outro componente na sua montagem.

### 3.2.3. Procura dos produtos acabados

A procura de todos os produtos acabados da Ford e da Mercedes é assumida pelos próprios clientes e transmitida à Schnellecke Portugal. Assim sendo, os produtos apresentam uma procura constante e determinística, tabela 3.1. De referir que os valores da procura apresentados, para um período de um ano, são valores máximos, assumidos pelos próprios clientes, estando deste modo o sistema produtivo sobredimensionado.

**Tabela 3.1 – Procura dos produtos acabados**

<b>Produto acabado</b>	<b>Procura (automóveis/ano)</b>
Glass channel front left&BCF	170 311
Glass channel front right&BCF	170 311
Glass channel rear left LWB&BCR	37 666
Glass channel rear right LWB&BCR	37 666
Glass channel rear left SWB&BCR	26 156
Glass channel rear right SWB&BCR	26 156
Divided bar front left&P	170 311
Divided bar front right&P	170 311
Divided bar rear left LWB/SWB&P	63 822
Divided bar rear right LWB/SWB&P	63 822
Extension bar left LWB&SW	37 666
Extension bar right LWB&SW	37 666
Glass channel front left&M	125 004
Glass channel front right&M	125 004

### 3.3. Caracterização do processo produtivo

Na produção dos catorze produtos acabados referidos anteriormente o processo produtivo tem de produzir também dezasseis produtos intermédios. Na produção podem intervir até cinco processos, quatro internos e um externo. Os processos internos que intervêm na produção são:

- Rollerprofiler,
- Bending e Clinching rear,
- Bending e Clinching front e
- Static Welding.

O processo externo, tal como a designação indicia, é efetuado por um fornecedor externo, sendo designado por Painting. Na figura **3.13** encontram-se representados todos os processos que intervêm na produção dos produtos acabados, bem como os fluxos dos produtos intermédios ao longo de todo o sistema produtivo. O esquema da figura **3.13** está estruturado de acordo com o *layout* do sistema produtivo que se encontra no anexo A.I.

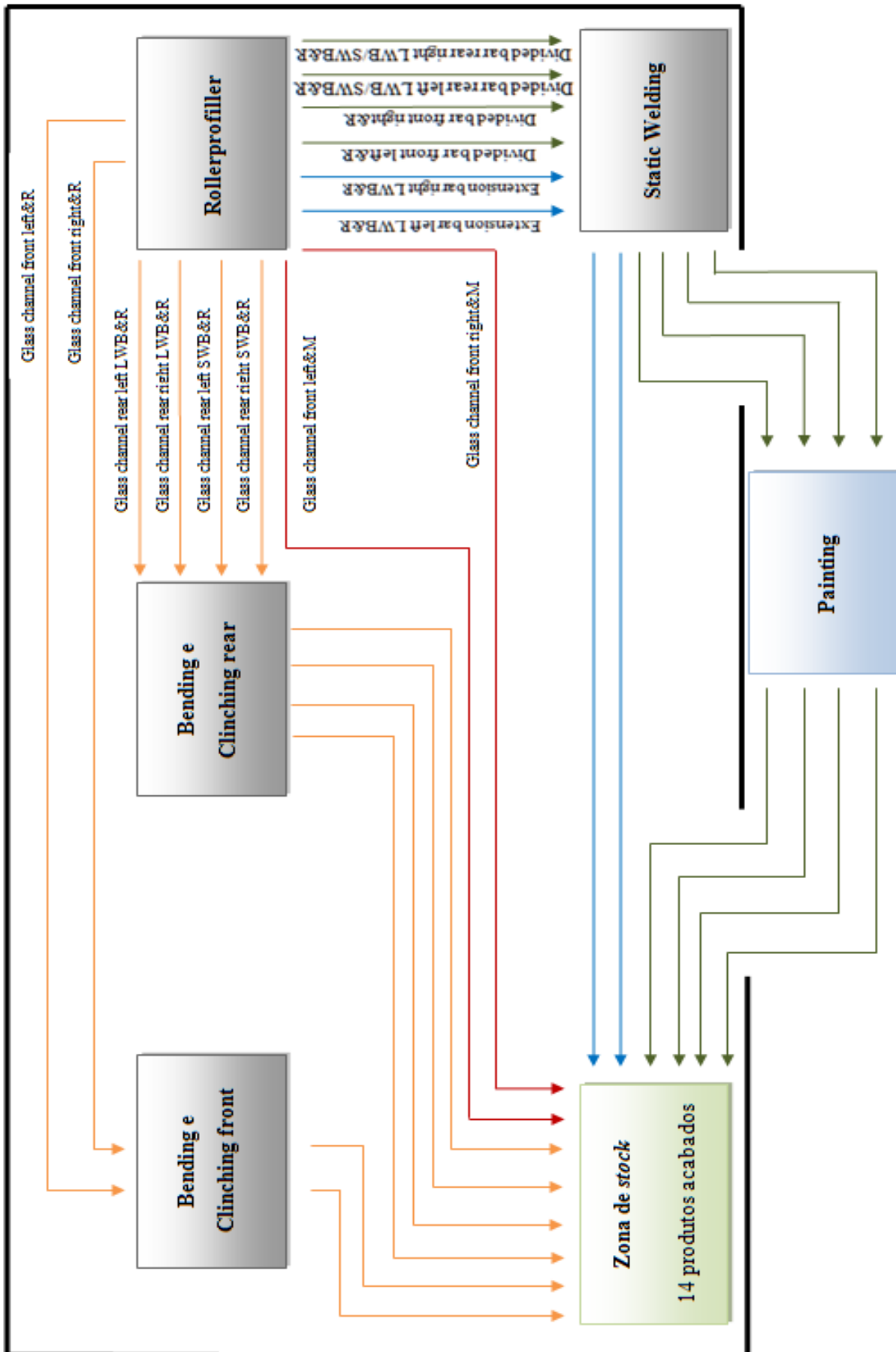


Figura 3.13 – Diagrama de fluxos do sistema produtivo



Através da observação da figura 3.13 verifica-se que todos os catorze produtos surgem a partir do processo Rollerprofiler. No caso dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R, estes após o processo Rollerprofiler seguem para o processo Bending e Clinching front (setas a laranja) e, posteriormente, seguem para a respetiva zona de *stock* como produtos acabados (Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF).

No caso dos produtos Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R, estes após o processo Rollerprofiler seguem para o processo Bending e Clinching rear (setas a laranja) e, posteriormente, seguem para a respetiva zona de *stock* como produtos acabados (Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR).

No caso dos produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R, estes após o processo Rollerprofiler seguem para o processo Static Welding (setas a verde). Seguidamente ao processo Static Welding, os produtos seguem para o processo externo Painting, retornando posteriormente à organização para a respetiva zona de *stock* como produtos acabados (Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P).

No caso dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R, estes após o processo Rollerprofiler seguem para o processo Static Welding (setas a azul) e, posteriormente, seguem para a respetiva zona de *stock* como produtos acabados (Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW).

Por último, no caso dos produtos Glass channel front left&M e Glass channel front right&M, estes após o processo Rollerprofiler seguem logo para a respetiva zona de *stock* como produtos acabados. De seguida caracteriza-se cada um dos processos para uma melhor compreensão da função de cada um.

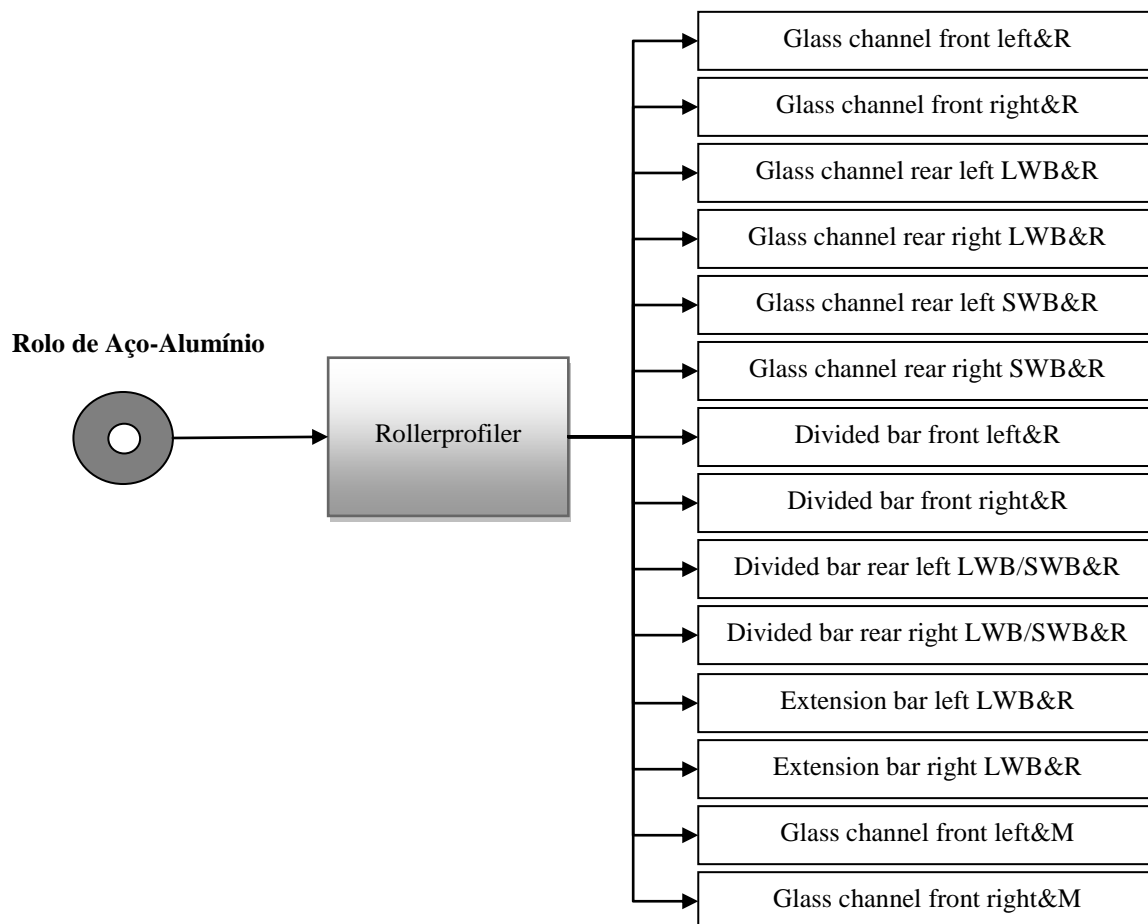
#### **i. Processo Rollerprofiler**

O processo Rollerprofiler caracteriza-se por ser o processo inicial de todo o sistema produtivo de onde surgem todos os produtos. É constituído por um equipamento de tensão, uma máquina perfiladora (*roll-forming*), um equipamento de corte e um equipamento de extensão, figura 3.14.



**Figura 3.14 – Processo Rollerprofiler**

O *input* deste processo é apenas o rolo de aço-alumínio e o *output* corresponde a catorze produtos como se pode observar na figura 3.15. De realçar que dois deles são produtos acabados após este processo, os dois produtos acabados para o cliente KWD Pamplona.



**Figura 3.15 – Input e output do processo Rollerprofiler**

## ii. Processo Bending e Clinching rear

O processo Bending e Clinching rear é responsável por produzir os aros das portas traseiras, tanto para o modelo longo como o curto. É constituído por um equipamento de dobragem, um equipamento de corte e um equipamento de soldadura, figura 3.16.



Figura 3.16 – Processo Bending e Clinching rear

O *input* deste processo são quatro produtos intermédios provenientes do processo Rollerprofiler e o *output* são quatro produtos acabados, como se pode observar na figura 3.17.

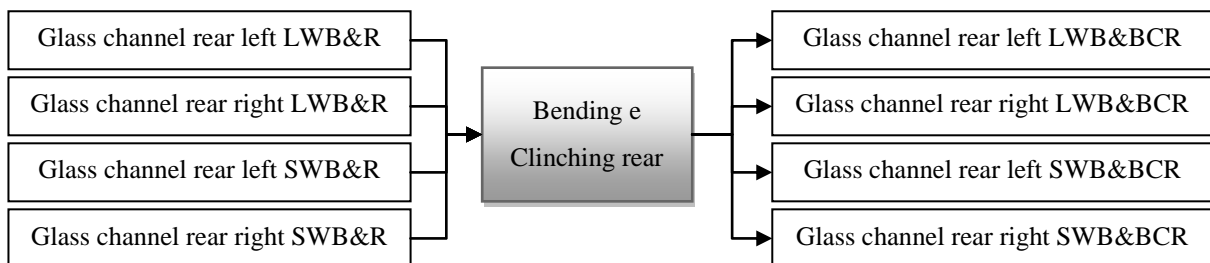


Figura 3.17 – *Input e output* do processo Bending e Clinching rear

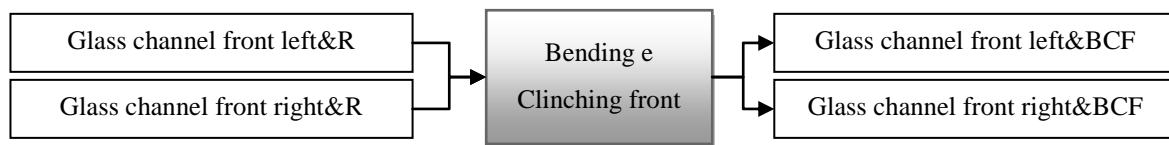
## iii. Processo Bending e Clinching front

O processo Bending e Clinching front é responsável por produzir os aros das portas dianteiras, que são iguais tanto para o modelo longo como o curto. É constituído por um conjunto de equipamentos para produzir o aro da porta esquerda e outro conjunto de equipamentos para produzir o aro da porta direita. Para produzir cada tipo de aro da porta (esquerda e direita) é necessário um equipamento específico de dobragem e perfuração. Consequentemente, são necessários dois equipamentos que são semelhantes e independentes entre si, variando apenas se a produção é para o lado esquerdo ou direito, figura 3.18.



**Figura 3.18 – Processo Bending e Clinching front**

Neste processo o *input* são dois produtos intermédios provenientes do processo Rollerprofiler e o *output* são os mesmos produtos intermédios transformados em acabados, como se pode observar na figura 3.19.



**Figura 3.19 – Input e output do processo Bending e Clinching front**

#### iv. Processo Static Welding

O processo Static Welding é responsável por produzir produtos intermédios e acabados das barras divisórias tanto para o modelo curto como longo. É constituído por um equipamento de soldadura e por um subprocesso que consiste na colocação de parafusos em determinados produtos, figura 3.20.



**Figura 3.20 – Processo Static Welding**

Neste processo o *input* são seis produtos intermédios provenientes do processo Rollerprofiler e o *output* são quatro produtos intermédios e dois produtos acabados, como se pode observar na figura 3.21. De realçar que os produtos acabados são as barras extensoras traseiras para o modelo longo e que neste processo são apenas colocados os parafusos nestes produtos.

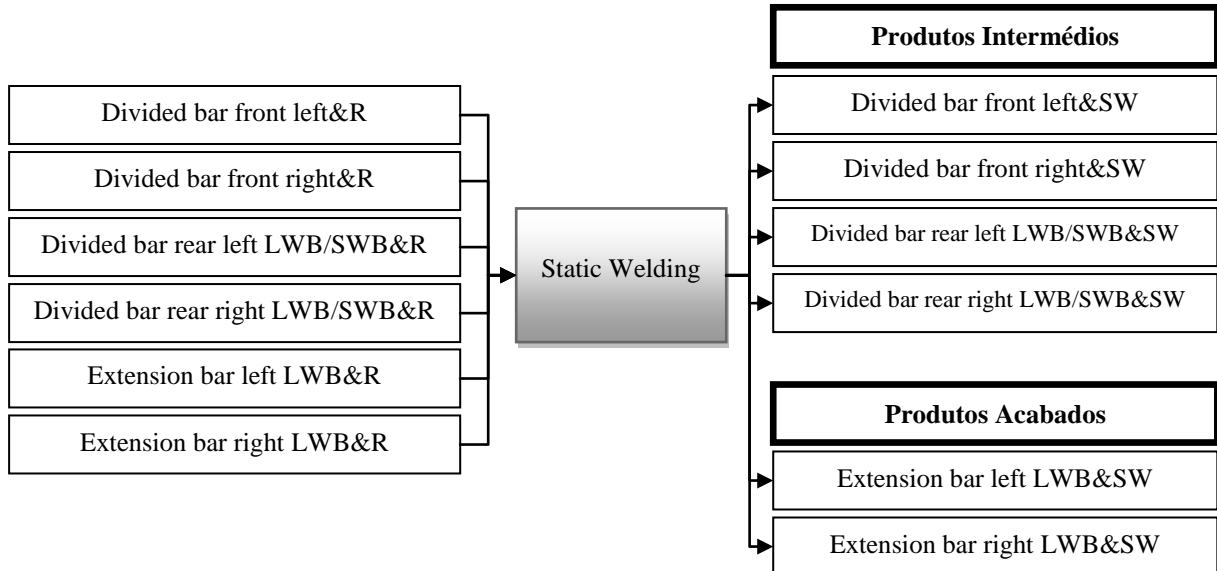


Figura 3.21 – Input e output do processo Static Welding

#### v. Processo Painting

O processo Painting é o único processo externo, ou seja, é realizado por uma entidade externa à organização. Carateriza-se pela pintura das barras divisórias frontais e traseiras. Neste processo o fornecedor/cliente (Salvador Caetano) pinta os produtos fornecidos pela Schnellecke Portugal de preto, reenviando os produtos já pintados para a Schnellecke Portugal, sendo produtos acabados. Assim, o *input* deste processo são quatro produtos intermédios provenientes do processo Static Welding e o *output* são também quatro produtos, mas acabados, como se pode observar na figura 3.22.

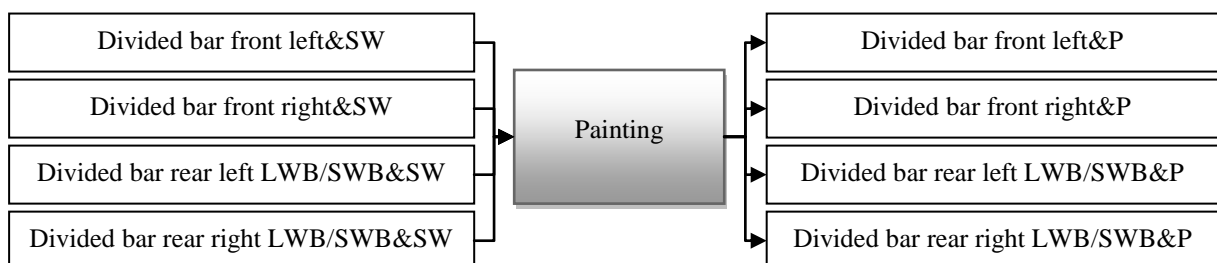


Figura 3.22 – Input e output do processo Painting

### 3.3.1. Sistemas produtivos dos produtos acabados

Os fluxos dos produtos ao longo do sistema produtivo variam consoante o tipo de produto. Assim, são representados em seguida, para uma melhor compreensão, os sistemas produtivos para cada produto acabado.

#### i. Produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF

Para os produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF, os sistemas produtivos são idênticos. Como se pode observar na figura 3.23, os dois produtos são produzidos após o processo Rollerprofiler estando num estado intermédio de transformação (Glass channel front left&R e Glass channel front right&R). Depois os produtos intermédios passam para o processo Bending e Clinching front, de onde saem como produtos acabados para a respetiva zona de *stock*.

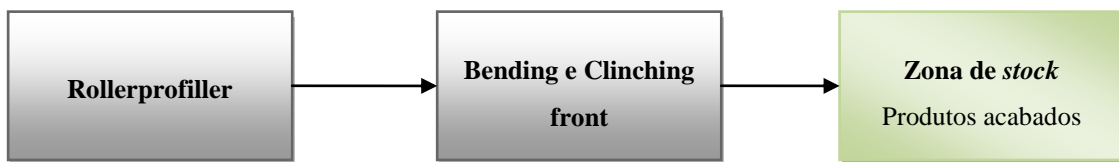


Figura 3.23 – Sistema produtivo dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF

#### ii. Produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR

Os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR utilizam os mesmos processos na sua produção e na mesma sequência. Como se pode observar na figura 3.24, os quatro produtos são produzidos após o processo Rollerprofiler estando num estado intermédio de transformação (Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R). Depois os produtos intermédios passam para o processo Bending e Clinching rear, de onde saem como produtos acabados para a respetiva zona de *stock*.

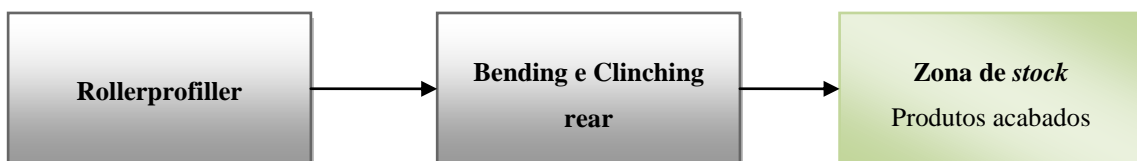
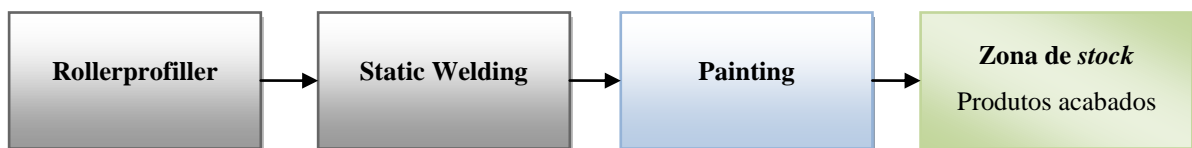


Figura 3.24 – Sistema produtivo dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR

**iii. Produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P**

Os produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P utilizam os mesmos processos na sua produção e na mesma sequência. Como se pode observar na figura 3.25, os quatro produtos são produzidos após o processo Rollerprofiler estando num estado intermédio de transformação (Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R).

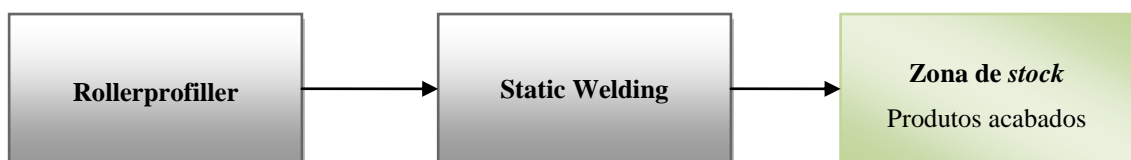
Depois os produtos intermédios anteriores passam para o processo Static Welding, de onde saem novos produtos intermédios (Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW). Por último, os produtos intermédios anteriores passam para o processo externo Painting, retornando à Schnellecke Portugal como produtos acabados.



**Figura 3.25 – Sistema produtivo dos produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P**

**iv. Produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW**

Para os produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW, os sistemas produtivos são idênticos. Como se pode observar na figura 3.26, os dois produtos são produzidos após o processo Rollerprofiler estando num estado intermédio de transformação (Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R). Depois os produtos intermédios passam para o processo Static Welding, de onde saem como produtos acabados para a respetiva zona de *stock*.



**Figura 3.26 – Sistema produtivo dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW**

v. **Produtos Glass channel front left&M e Glass channel front right&M**

Para os produtos Glass channel front left&M e Glass channel front right&M, os sistemas produtivos são idênticos. Como se pode observar na figura 3.27, os dois produtos são produzidos no processo Rollerprofiler, de onde saem como produtos acabados para a respetiva zona de *stock*.



Figura 3.27 – Sistema produtivo dos produtos Glass channel front left&M e Glass channel front right&M

### 3.3.2. Capacidade do sistema produtivo

O sistema produtivo funciona cerca de 220 dias por ano, 5 dias por semana, 24 horas por dia, em 3 turnos. O tempo de trabalho para o primeiro e segundo turnos é de 8,5 horas e para terceiro turno é de 7 horas. A cada turno está associado um tempo de pausa, para reuniões, almoço ou manutenção preventiva de máquinas, que é de 72, 57 e 57 minutos para o primeiro, segundo e terceiros turnos, respetivamente, tabela 3.2. Assim, o tempo de produção diário é de 1254 minutos (20,9 horas) distribuídos da seguinte maneira pelos 3 turnos: 438, 453 e 363 minutos.

Tabela 3.2 – Tempo diário de produção efetiva por turno

Turnos	Tempo de produção efetiva (min)
1º	438
2º	453
3º	363
<b>Total</b>	1254

Considerando a quantidade que será necessário produzir (procura) relativa a cada um dos produtos acabados é imperativo verificar se a capacidade de produção dos três turnos é suficiente para dar resposta à procura. Consequentemente é necessário determinar o tempo de ciclo de cada produto, em cada processo em que intervém. Na tabela 3.3 estão indicados os tempos de ciclo que foram determinados para todos os produtos.



Tabela 3.3 – Tempos de ciclo dos produtos

Produtos	Procura semanal (unidades)	Tempo de ciclo (segundos)				
		Bending/Clinching front left	Bending/Clinching front right	Bending/Clinching rear	Static Welding	Rollerprofiler
Glass channel front left	3871	40,00				7,80
Glass channel front right	3871		40,00			7,80
Glass channel rear left LWB	856			58,80		9,20
Glass channel rear right LWB	856			58,80		9,20
Glass channel rear left SWB	594			58,80		8,53
Glass channel rear right SWB	594			58,80		8,53
Divided bar front left	3871				27,10	6,58
Divided bar front right	3871				27,10	6,58
Divided bar rear left LWB/SWB	1451				27,10	4,97
Divided bar rear right LWB/SWB	1451				27,10	4,97
Extension bar left LWB	856				60,00	4,72
Extension bar right LWB	856				60,00	4,72
Glass Channel front left&M	2841					8,80
Glass Channel front right&M	2841					8,80

Considerando que o lote de produção de cada produto é equivalente à sua procura semanal, visto que a Schnellecke Portugal pretende efetuar lotes de produção semanais, verifica-se que o processo com menor carga atribuída são os Bending e Clinching front left e Bending e Clinching front right, com uma necessidade semanal de 2580 minutos e o processo com maior carga atribuída é o Static Welding, com uma necessidade semanal de 6519 minutos, figura 3.28. Neste último caso, verifica-se que a carga excede a capacidade uma vez que semanalmente existe uma capacidade efetiva de produção de 6270 minutos (capacidade de 1254 minutos por dia em 5 dias por semana). No entanto, os outros quatro processos podem ser efetuados em apenas 2 turnos (Bending e Clinching front left, Bending e Clinching front right, Bending e Clinching rear e Rollerprofiler).

No entanto, apesar do tempo de produção que será necessário no processo Static Welding ultrapassar a capacidade efetiva, como o sistema está sobredimensionado, isto não é um problema (o planeamento está a ser feito utilizando valores máximos de procura). Deste modo, em termos reais haverá tempo disponível neste processo de produção.

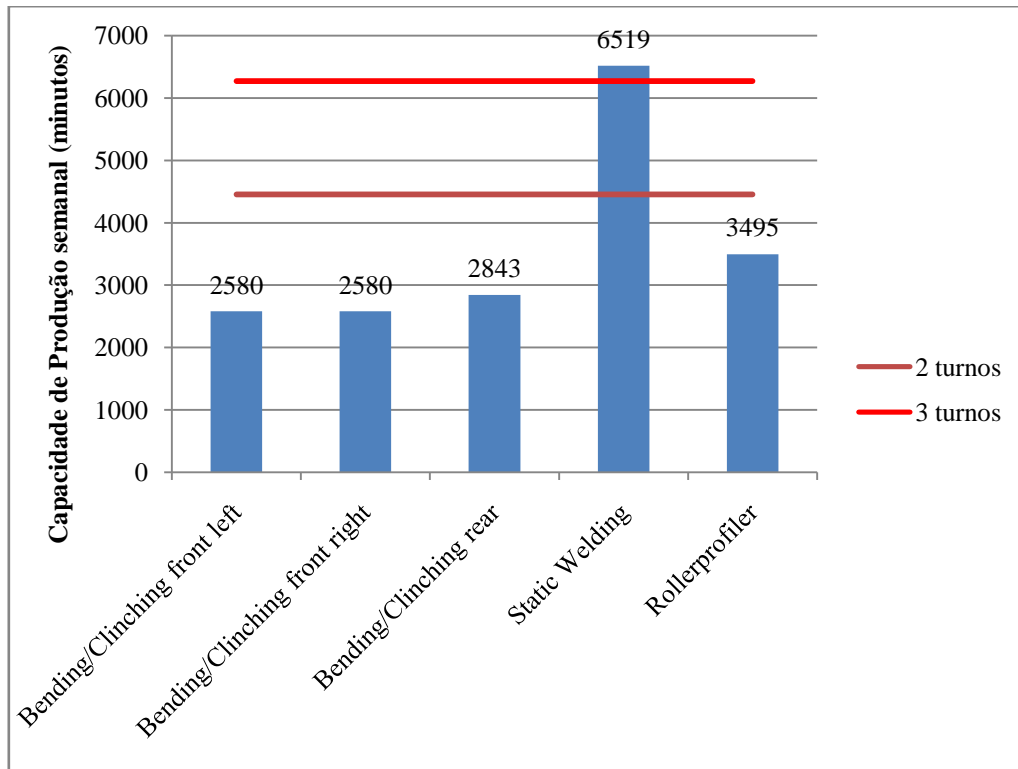


Figura 3.28 – Capacidade e carga prevista do sistema produtivo

## 4. LOTES ECONÓMICOS DE PRODUÇÃO

---

O presente capítulo destina-se a apresentar o estudo para o cálculo dos lotes económicos de produção dos produtos intermédios e acabados do sistema produtivo. Para tal, serão apresentados os tempos de *setup* de cada produto, de modo a obter a sequência de produção otimizada, e ainda será apresentada uma análise de sensibilidade aos valores dos lotes económicos e uma análise ABC para os produtos acabados. De realçar que o cálculo dos lotes económicos apenas foi efetuado para os produtos intermédios e acabados da Ford, não englobando os produtos da Mercedes, devido à organização não ter disponibilizado informação.

### 4.1. Cálculo do número de *changeovers*

Para se efetuar o cálculo dos lotes económicos de todos os produtos do sistema produtivo é necessário obter dados de algumas variáveis importantes. Uma das variáveis essenciais é o tempo de *setup* (tempo de mudança de ferramentas) de ferramentas no mesmo processo quando são produzidos diferentes produtos. No sistema produtivo existem três processos que implicam tempos de *setup*:

- Rollerprofiler;
- Bending e Clinching rear;
- Static Welding.

No sistema produtivo existe ainda o processo Bending e Clinching front, no entanto, este processo não apresenta tempos de *setup* entre os seus produtos. Deste modo, torna-se importante analisar os tempos de *setup* nos processos onde existem, de maneira a obter uma sequência otimizada da produção em cada um desses processos. De seguida estão identificados os tempos de *setup* para os três processos referidos anteriormente, bem como a sequência otimizada de produção para cada um deles.

#### 4.1.1. Processo Rollerprofiler

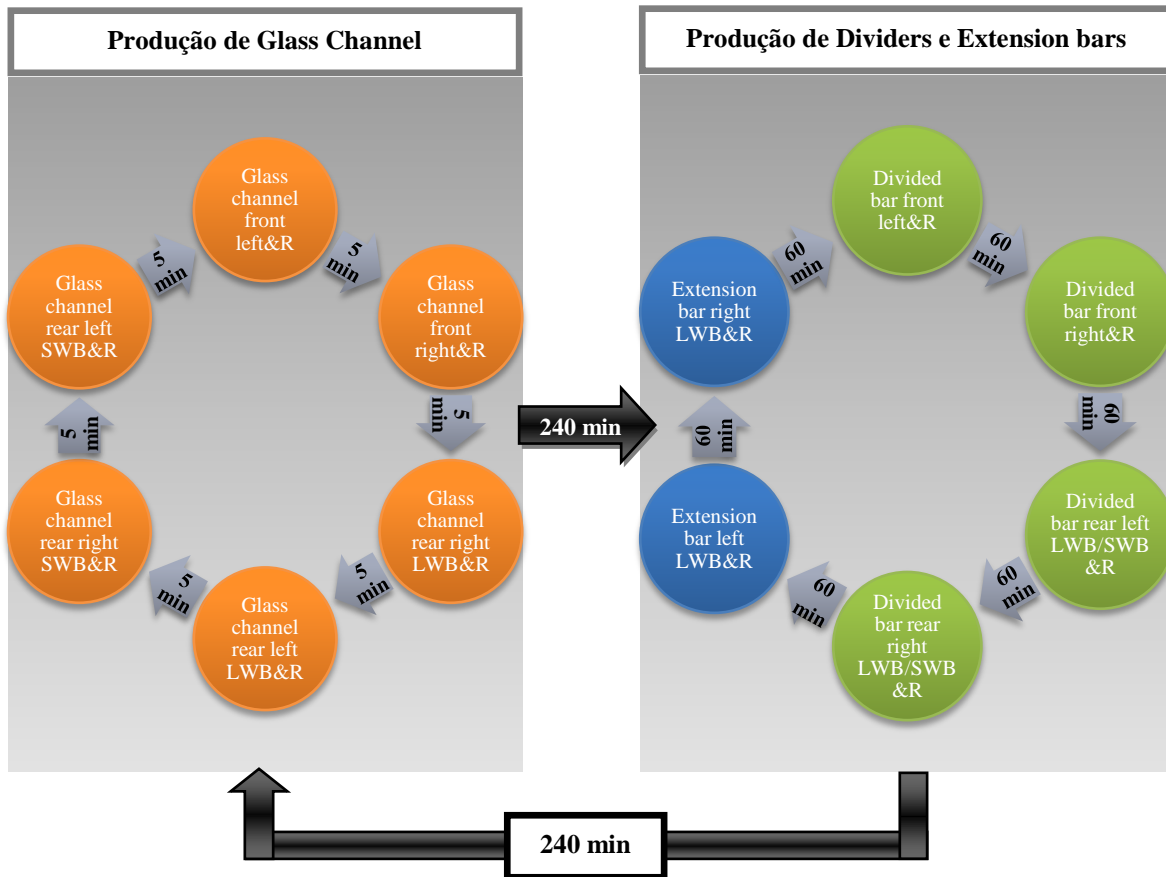
No processo Rollerprofiler considera-se a produção de doze produtos intermédios. Assim sendo, é necessário determinar o tempo de *setup* (em minutos) entre cada um dos doze produtos, como se pode observar na tabela 4.1. De referir que estes valores para os tempos de *setup* foram fornecidos pela organização.

**Tabela 4.1 – Tempos de *setup* (minutos) no processo Rollerprofiler**

<b>Produtos</b>	Glass channel front left&R	Glass channel front right&R	Glass channel rear left LWB&R	Glass channel rear right LWB&R	Glass channel rear left SWB&R	Glass channel rear right SWB&R	Divided bar front left&R	Divided bar front right&R	Divided bar rear left LWB/SWB&R	Divided bar rear right LWB/SWB&R	Extension bar left LWB&R	Extension bar right LWB&R
Glass channel front left&R	<b>0</b>	5	5	5	5	5	240	240	240	240	240	240
Glass channel front right&R	5	<b>0</b>	5	5	5	5	240	240	240	240	240	240
Glass channel rear left LWB&R	5	5	<b>0</b>	5	5	5	240	240	240	240	240	240
Glass channel rear right LWB&R	5	5	5	<b>0</b>	5	5	240	240	240	240	240	240
Glass channel rear left SWB&R	5	5	5	5	<b>0</b>	5	240	240	240	240	240	240
Glass channel rear right SWB&R	5	5	5	5	5	<b>0</b>	240	240	240	240	240	240
Divided bar front left&R	240	240	240	240	240	240	<b>0</b>	60	60	60	60	60
Divided bar front right&R	240	240	240	240	240	240	60	<b>0</b>	60	60	60	60
Divided bar rear left LWB/SWB&R	240	240	240	240	240	240	60	60	<b>0</b>	60	60	60
Divided bar rear right LWB/SWB&R	240	240	240	240	240	240	60	60	60	<b>0</b>	60	60
Extension bar left LWB&R	240	240	240	240	240	240	60	60	60	60	<b>0</b>	60
Extension bar right LWB&R	240	240	240	240	240	240	60	60	60	60	60	<b>0</b>

Como se pode observar na tabela **4.1**, verifica-se que o tempo de *setup* entre os produtos intermédios Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R é de apenas 5 minutos. No entanto, o tempo de *setup* entre os produtos intermédios referidos anteriormente e os produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R é de 240 minutos (4 horas). Por fim, o tempo de *setup* entre os produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R é de 60 minutos (1 hora).

Desta forma, torna-se possível construir um diagrama com as possíveis sequências de produção otimizadas para a Rollerprofiler, como se pode observar na figura **4.1**.



**Figura 4.1 – Diagrama com as seqüências de produção otimizada para o processo Rollerprofiler**

Através da análise da figura 4.1, verifica-se que a seqüência de produção otimizada consiste num ciclo em que inicialmente se deve produzir todos os produtos relativos aos Glass channel, passando depois para a produção das Divided e Extension bars, voltando novamente à produção das Glass channel. A seqüência pela qual são produzidos os seis produtos Glass channel é indiferente, desde que se produzam todos antes de se efetuar o tempo de *setup* de 240 minutos com vista à preparação para a produção de produtos Divided e Extension bars. Após a preparação da ferramenta (240 minutos), a seqüência pela qual são produzidos os produtos Divided e Extension bars é também indiferente, desde que se produzam todos antes de se efetuar o último tempo de *setup* de 240 minutos, terminando assim o ciclo.

De realçar que a seqüência definida tem como objetivo a utilização do tempo de *setup* maior (240 minutos) o menor número de vezes possível, de modo a não se perder muito do tempo da capacidade do sistema em tempos de *setup* uma vez que este tempo é improdutivo. Deste modo, e através da observação das seqüências otimizadas para a Rollerprofiler, o tempo total de *setup* de um ciclo é de 805 minutos (13,4 horas).

Relativamente à otimização do número de *changeovers* (mudança de ferramentas), de acordo com os tempos de *setup* de cada produto do processo Rollerprofiler e com a capacidade total semanal do sistema produtivo, o número semanal de *changeovers* é 4, tabela 4.2.

**Tabela 4.2 – Número de *changeovers* para o processo Rollerprofiler**

<b>Produtos</b>	<b>Procura diária (unidades)</b>	<b>Tempo de ciclo (minutos)</b>	<b>Capacidade total diária (minutos)</b>	<b>Uptime</b>	<b>Somatório de tempos de <i>setup</i> (minutos)</b>	<b>Return In Days (dias)</b>	<b>Nº <i>changeovers</i> (semanal)</b>	<b>Tempo disponível (horas)</b>
Glass channel front left&R	774	0,13	1254	1	805	1,2	4	6,5
Glass channel front right&R	774	0,13						
Glass channel rear left LWB&R	171	0,15						
Glass channel rear right LWB&R	171	0,15						
Glass channel rear left SWB&R	119	0,14						
Glass channel rear right SWB&R	119	0,14						
Divided bar front left&R	774	0,11						
Divided bar front right&R	774	0,11						
Divided bar rear left LWB/SWB &R	290	0,08						
Divided bar rear right LWB/SWB &R	290	0,08						
Extension bar left LWB&R	171	0,08						
Extension bar right LWB&R	171	0,08						

Como se pode observar na tabela 4.2, é possível efetuar semanalmente quatro ciclos de *changeovers* no processo Rollerprofiler. De referir que para calcular o número de *changeovers* foi necessário recorrer à equação (7) (Guild, 1990):

$$RI_{\text{days}} = \frac{\sum C_o}{(A * U) - \sum (D * TC)} \quad (7)$$

em que:

$C_o$  – Número de tempos de *setup* que compõem um ciclo ótimo;

$A$  – É a capacidade diária de produção;

$U$  – É a percentagem de tempo que o processo produtivo se encontra ativo - *uptime* (%);

$D$  – É a procura diária de cada produto;

$TC$  – É o tempo de ciclo de cada produto.

Calculou-se o *Return In Days* obtendo-se o valor de 1,2 dias, isto é, para se completar um ciclo de tempos de *setup* neste processo são necessários 1,2 dias. Consequentemente numa semana é possível efetuar quatro ciclos de *changeovers*, restando apenas 6,5 horas da capacidade total semanal do sistema produtivo.

No entanto, a organização decidiu aplicar semanalmente apenas um ciclo de *changeovers* no processo Rollerprofiler, apesar de se ter demonstrado anteriormente que eram possíveis quatro ciclos.

#### 4.1.2. Processo Bending e Clinching rear

No processo Bending e Clinching rear considera-se a produção de quatro produtos acabados. Deste modo é necessário determinar o tempo de *setup* (em minutos) de cada produto, como se pode observar na tabela 4.3. Estes valores para os tempos de *setup* foram fornecidos pela organização.

**Tabela 4.3 – Tempos de *setup* (minutos) no processo Bending e Clinching rear**

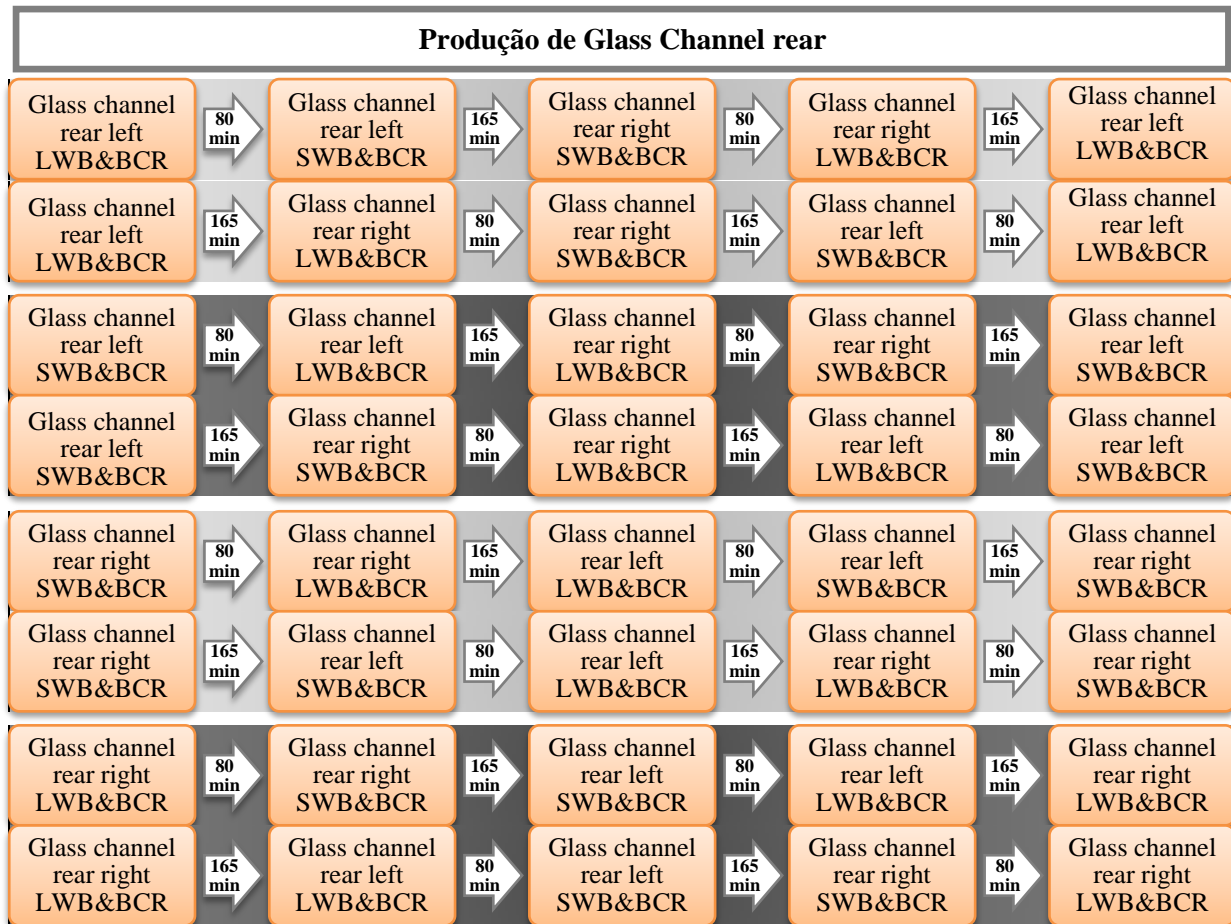
<b>Produtos</b>	Glass channel rear left LWB&BCR	Glass channel rear right LWB&BCR	Glass channel rear left SWB&BCR	Glass channel rear right SWB&BCR
Glass channel rear left LWB&BCR	<b>0</b>	165	80	245
Glass channel rear right LWB&BCR	165	<b>0</b>	245	80
Glass channel rear left SWB&BCR	80	245	<b>0</b>	165
Glass channel rear right SWB&BCR	245	80	165	<b>0</b>

Como se pode observar na tabela **4.3**, existem três tempos de *setup* diferentes entre os diversos produtos acabados neste processo. O tempo de *setup* de 80 minutos (1 hora e 20 minutos) é necessário quando se troca as ferramentas no processo pelo facto de se estar a produzir o produto SWB e se pretender passar a produzir o produto LWB, ou vice-versa, relativo ao mesmo lado (esquerdo e direito). Já o tempo de *setup* de 165 minutos (2 horas e 45 minutos) é necessário quando se troca as ferramentas no processo de um produto do lado esquerdo para um produto do lado direito, ou vice-versa, para o mesmo tipo de modelo (SWB ou LWB). E, por último, o tempo de *setup* de 245 minutos (4 horas e 5 minutos) consiste na troca de ferramentas no processo entre produtos com tipos de modelos diferentes e lados diferentes. Deste modo, torna-se possível construir um diagrama com as possíveis sequências de produção otimizadas para o processo Bending e Clinching rear, como se pode observar na figura **4.2**.

Através da análise da figura **4.2**, verifica-se que existem oito sequências ótimas com um tempo total de um ciclo de 490 minutos (ou seja, 8 horas e 10 minutos). Todas as sequências ótimas foram definidas tendo em conta que não deveriam apresentar o pior tempo de *setup* (245 minutos). As sequências têm ainda em comum que na passagem de um produto para o seguinte apenas mudam as ferramentas da posição do produto (esquerda ou direita) ou do tipo de modelo (SWB ou LWB). Por isso, em nenhuma delas existe a passagem de um produto para outro em que se altere simultaneamente tanto a posição do produto e o tipo de modelo, e daí não apresentarem o pior tempo de *setup* (245 minutos).

Portanto, qualquer uma das oito sequências são ótimas para o processo Bending e Clinching rear sendo, por isso, indiferente a escolha da sequência ótima, visto que todas elas apresentam o menor e o mesmo tempo total de um ciclo (490 minutos).





**Figura 4.2 – Sequências de produção otimizadas para o processo Bending e Clinching rear**

De acordo com os tempos de *setup* de cada produto no processo Bending e Clinching rear, considerando a capacidade total semanal do sistema produtivo, o número máximo de *changeovers* possível é 6, tabela 4.4.

**Tabela 4.4 – Número de *changeovers* para o processo Bending e Clinching rear**

Produtos	Procura diária (unidades)	Tempo de ciclo (minutos)	Capacidade total diária (minutos)	Uptime	Somatório de tempos de <i>setup</i> (minutos)	Return In Days (dias)	Nº <i>change overs</i> (semanal)	Tempo disponível (horas)
Glass channel rear left LWB&BCR	171	0,98	1254	1	490	0,7	6	8,1
Glass channel rear right LWB&BCR	171	0,98						
Glass channel rear left SWB&BCR	119	0,98						
Glass channel rear right SWB&BCR	119	0,98						

Como se pode observar na tabela 4.4, é possível efetuar semanalmente seis ciclos de *changeovers* semanalmente para o processo Bending e Clinching rear. De referir que para calcular o número de *changeovers* foi necessário recorrer à equação (8) (Guild, 1990):

$$RI_{\text{days}} = \frac{\sum C_o}{(A * U) - \sum (D * TC)} \quad (8)$$

em que:

$C_o$  – Número de tempos de *setup* que compõem um ciclo ótimo;

$A$  – É a capacidade diária de produção;

$U$  – É a percentagem de tempo que o processo produtivo se encontra ativo - *uptime* (%);

$D$  – É a procura diária de cada produto;

$TC$  – É o tempo de ciclo de cada produto.

Calculou-se o *Return In Days* obtendo-se o valor de 0,7 dias, isto é, para se completar um ciclo de tempos de *setup* neste processo é necessário 0,7 dias. Consequentemente numa semana é possível efetuar seis ciclos de *changeovers*, restando apenas 8,1 horas da capacidade total semanal do sistema produtivo.

No entanto, a organização decidiu aplicar um ciclo de *changeovers* de dois em dois dias no processo Bending e Clinching rear, apesar se ter demonstrado que havia possibilidade para seis ciclos semanalmente.

#### 4.1.3. Processo Static Welding

No processo Static Welding são produzidos seis produtos, em que dois deles são acabados (Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW) e os restantes quatro são intermédios. Assim sendo, é necessário determinar o tempo de *setup* (em minutos) entre cada um dos produtos, como se pode observar na tabela 4.5. Estes valores para os tempos de *setup* foram fornecidos pela organização.

**Tabela 4.5 – Tempos de *setup* (minutos) no processo Static Welding**

Produtos	Divided bar front left&SW	Divided bar front right&SW	Divided bar rear left LWB/SWB&SW	Divided bar rear right LWB/SWB&SW	Extension bar left LWB&SW	Extension bar right LWB&SW
Divided bar front left&SW	0	30	90	90	90	90
Divided bar front right&SW	30	0	90	90	90	90
Divided bar rear left LWB/SWB&SW	90	90	0	30	90	90
Divided bar rear right LWB/SWB&SW	90	90	30	0	90	90
Extension bar left LWB&SW	90	90	90	90	0	30
Extension bar right LWB&SW	90	90	90	90	30	0

Como se pode observar na tabela 4.5, existem dois tempos de *setup* diferentes entre os diversos produtos neste processo. O tempo de *setup* de 30 minutos é necessário quando se troca as ferramentas no processo de um produto do lado esquerdo para o lado direito, ou vice-versa, do mesmo tipo de produto. Já o tempo de *setup* de 90 minutos (1 hora e 30 minutos) é necessário quando se troca as ferramentas do processo entre produtos de tipos diferentes, independentemente se a troca entre os produtos mantém a posição esquerda ou direita.

Deste modo, torna-se possível construir um diagrama com as possíveis sequências de produção otimizadas para o processo Static Welding, como se pode observar na figura 4.3. Através da análise da figura, verifica-se que a sequência de produção otimizada é caracterizada pela produção inicial dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW. Seguidamente serão produzidos os produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW. E, por último, serão produzidos os produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW, voltando novamente à produção dos produtos Divided bars, completando assim o ciclo.

Portanto, a sequência pela qual são produzidos os produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW é indiferente, desde que se produzam ambos os produtos antes de se efetuar o tempo de *setup* de 90 minutos. O mesmo se sucede para os produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW e, também, para os produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW.

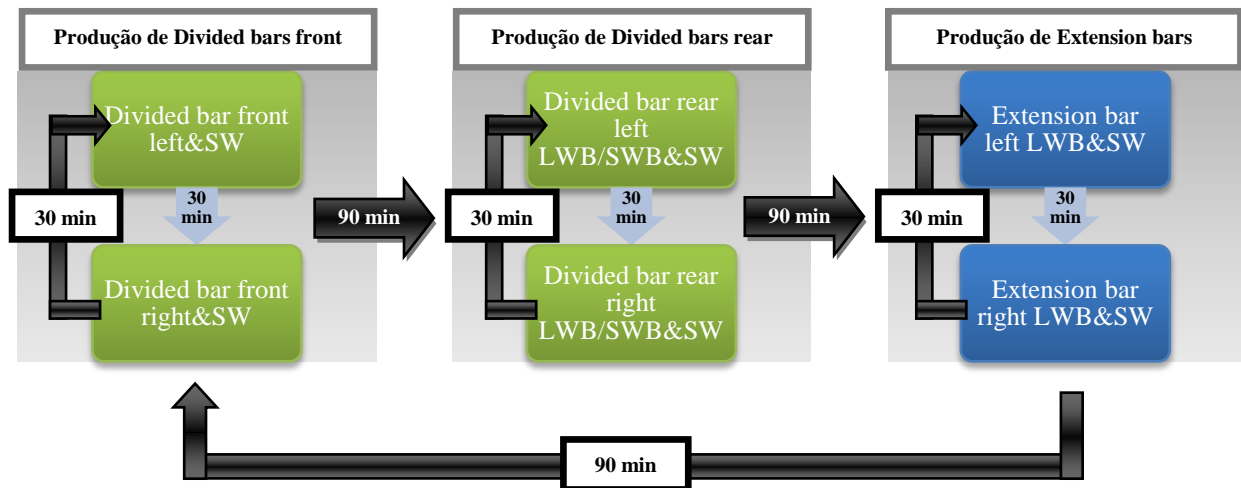


Figura 4.3 – Diagrama com as sequências de produção otimizadas para o processo Static Welding

De realçar que a sequência definida tem como objetivo a utilização do tempo de *setup* maior (90 minutos) o menor número de vezes possível, de modo a não se perder muito do tempo da capacidade do sistema produtivo em tempos de *setup* uma vez que este tempo é improdutivo. Deste modo, e através da observação das sequências otimizadas para o processo Static Welding, o tempo total de *setup* de um ciclo é de 360 minutos (6 horas).

Relativamente à otimização do número de *changeovers*, de acordo com os tempos de *setup* de cada produto do processo Static Welding e com a capacidade total semanal do sistema produtivo, o número semanal de *changeovers* é 1, tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Número de *changeovers* para o processo Static Welding

Produtos	Procura diária (unidades)	Tempo de ciclo (minutos)	Capacidade total diária (minutos)	Uptime	Somatório de tempos de <i>setup</i> (minutos)	Return In Days (dias)	Nº <i>change overs</i> (semanal)	Tempo disponível (horas)
Divided bar front left&SW	774	0,45	1254	1	360	3,7	1	2,2
Divided bar front right&SW	774	0,45						
Divided bar rear left LWB/SWB&SW	290	0,45						
Divided bar rear right LWB/SWB&SW	290	0,45						
Extension bar left LWB&SW	171	0,57						
Extension bar right LWB&SW	171	0,57						

Como se pode observar na tabela 4.6, só é possível efetuar semanalmente um ciclo de *changeovers* no processo Static Welding. De referir que para calcular o número de *changeovers* foi necessário recorrer à equação (9) (Guild, 1990):

$$RI_{days} = \frac{\sum C_o}{(A * U) - \sum (D * TC)} \quad (9)$$

em que:

$C_o$  – Número de tempos de *setup* que compõem um ciclo ótimo;

$A$  – É a capacidade diária de produção;

$U$  – É a percentagem de tempo que o processo produtivo se encontra ativo - *uptime* (%);

$D$  – É a procura diária de cada produto;

$TC$  – É o tempo de ciclo de cada produto.

Calculou-se o *Return In Days* obtendo-se o valor de 3,7 dias, isto é, para se completar um ciclo completo de tempos de *setup* para o processo Static Welding são necessários 3,7 dias. Consequentemente numa semana só é possível efetuar um ciclo de *changeovers*, restando apenas 2,2 horas da capacidade total semanal do sistema produtivo.

Deste modo, para o processo Static Welding, a organização decidiu aplicar semanalmente um ciclo de *changeovers*, não havendo outra alternativa, visto que ficou demonstrado que a capacidade produtiva neste processo apenas permitiria um ciclo.

#### 4.1.4. Processo Bending e Clinching front

No processo Bending e Clinching front, que se subdivide em Bending e Clinching front left e Bending e Clinching front right, não existem tempos de *setup*. Consequentemente, de maneira a não criar *stocks* elevados, a organização decidiu efetuar a produção dos seus produtos numa base diária, visto não haver necessidade de efetuar uma produção maior.

## 4.2. Cálculo dos lotes económicos de produção

Relativamente ao cálculo do lote económico de produção de cada produto e do respetivo custo, houve necessidade de fazer o levantamento de um conjunto de variáveis necessárias para o seu cálculo, de acordo com as equações (10) e (11).

$$Q = \sqrt{\frac{2 * D * Ca}{I * c} * \frac{1}{1 - \frac{D}{P}}} \quad (10)$$

$$C_t = \frac{Ca * D}{Q} + \frac{I * c * Q}{2} * \left(1 - \frac{D}{P}\right) + c * D \quad (11)$$

em que:

**Q** – É a quantidade ótima de produção;

**C<sub>t</sub>** – É o custo total;

**D** – É a procura;

**Ca** – É o custo de *setup*;

**I** – É a taxa de custo posse;

**c** – É o custo unitário do produto;

**P** – É a capacidade de produção.

Assim, as variáveis necessárias relativas a cada produto foram as seguintes:

- Procura anual (unidades/ano);
- Tempo médio de *setup* (horas);
- Custo de *setup* (euros/hora);
- Taxa de custo de posse (%/euro.ano);
- Custo unitário do produto (euros);
- Capacidade anual do sistema produtivo (horas/ano);
- Taxa de produção de cada produto (unidades/hora);

O custo unitário de cada produto intermédio foi calculado subtraindo ao custo de cada produto acabado (custo final), os custos de produção, da pintura, das *brackets*, das porcas e dos parafusos. No entanto, estes custos dependem das características do produto, nomeadamente se implicam pintura, que tipo de *brackets* é utilizado, que tipo de porcas é utilizado, que tipo de parafusos utilizados ou, ainda, qual o custo de produção envolvido. Na tabela 4.7 são apresentados os custos unitários para os produtos acabados.

**Tabela 4.7 – Custos unitários dos produtos acabados do sistema produtivo**

Produto	Processo	Custo unitário (euros)
Glass channel front left&BCF	Bending/Clinching front	1,92
Glass channel front right&BCF		1,92
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	3,87
Glass channel rear right LWB&BCR		3,87
Glass channel rear left SWB&BCR		3,34
Glass channel rear right SWB&BCR		3,34
Extension bar left LWB&SW	Static Welding	2,43
Extension bar right LWB&SW		2,43
Divided bar front left&P	Painting	2,12
Divided bar front right&P		2,12
Divided bar rear left LWB/SWB&P		2,30
Divided bar rear right LWB/SWB&P		2,30

Os valores dos custos unitários dos produtos acabados apresentados na tabela **4.7** foram fornecidos pela Schnellecke Portugal. Deste modo, na tabela **4.8**, estão apresentados os valores dos custos dos produtos intermédios que foram calculados a partir dos respetivos custos dos produtos acabados.

**Tabela 4.8 – Custos unitários dos produtos intermédios do sistema produtivo**

Produto	Processo	Custo unitário (euros)
Glass channel front left&R	Rollerprofiler	1,79
Glass channel front right&R		1,79
Glass channel rear left LWB&R		3,60
Glass channel rear right LWB&R		3,60
Glass channel rear left SWB&R		3,08
Glass channel rear right SWB&R		3,08
Divided bar front left&R		1,02
Divided bar front right&R		1,02
Divided bar rear left LWB/SWB&R		1,49
Divided bar rear right LWB/SWB&R		1,49
Extension bar left LWB&R		1,63
Extension bar right LWB&R		1,63
Divided bar front left&SW	Static Welding	1,39
Divided bar front right&SW		1,39
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		1,85
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		1,85

De referir que os custos de produção de todos os produtos intermédios foram fornecidos pela Schnellecke Portugal. A partir da observação da tabela 4.8 verifica-se que existem diferentes cálculos de custo unitário entre produtos intermédios. Se se considerar os produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW, que são produzidos no processo Static Welding, foi subtraído o custo da pintura ao respetivo custo final destes produtos. Relativamente aos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW, foi subtraído o custo de pintura ao respetivo custo final destes produtos.

No entanto, ao considerar-se os produtos provenientes da Rollerprofiler, os seus custos diferem um pouco na forma como se obtêm. No caso dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R, o custo unitário do produto foi calculado através da subtração do custo de produção ao respetivo custo final. No caso dos produtos Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R, o cálculo foi determinado por subtração dos custos das porcas, das *brackets* e de produção ao respetivo custo final.

No caso dos produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R, foram subtraídos os custos das *brackets* e de produção ao respetivo custo após a realização do processo Static Welding, processo seguinte ao Rollerprofiler (mas não o final). Por fim, no caso dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R, o custo unitário foi obtido por subtração dos custos dos parafusos, das *brackets* e de produção do respetivo custo final.

A procura anual de cada produto é obtida através de previsões que são efetuadas e fornecidas pelo cliente Ford. O tempo médio de *setup* (em horas) é calculado para cada processo e baseia-se na média dos tempos de *setup* durante um ciclo de *changeovers* de acordo com o número total de produtos que são produzidos por processo. O custo de *setup* por hora é estimado em 24 euros. Este valor foi obtido tendo por base dados fornecidos pela organização. A organização tenciona despende anualmente, por operador, 21 100 euros.

Considerando 220 dias úteis por ano resultaria, por operador, em 96 euros diários, 12 euros por hora (8 horas de trabalho por dia). No entanto, como são necessários 2 operadores para efetuar *changeovers*, o custo de *setup* por hora é estimado em 24 euros.

A organização considera uma taxa de custo de posse anual de 20%, a capacidade total anual do sistema produtivo, considerando 20,9 horas por dia e 220 dias úteis por ano, é de 4 598 horas e a taxa de produção de um produto representa o número de unidades produzidas num período de tempo (neste caso, uma hora), tendo por base o tempo de ciclo do respetivo produto. Na tabela 4.9 estão apresentados os valores dos lotes económicos de produção para todos os produtos e os respetivos custos anuais.



Tabela 4.9 – Lotes económicos de produção e respetivos custos de todos os produtos

Produto	Processo	Procura (unid/ano)	Tempo Médio de Setup (horas)	Custo de Setup (Eur/hora)	Taxa de custo de posse (%/Eur.ano)	Custo unitário (Eur)	Capacidade (hora/ano)	Produção (unid/hora)	EOQ (unidades)	Custo anual EOQ (Eur)
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	37 666	2,04	24	20%	3,87	4 598	61	2 346	147 341
Glass channel rear right LWB&BCR		37 666	2,04	24	20%	3,87	4 598	61	2 346	147 341
Glass channel rear left SWB&BCR		26 156	2,04	24	20%	3,34	4 598	61	2 057	88 607
Glass channel rear right SWB&BCR		26 156	2,04	24	20%	3,34	4 598	61	2 057	88 607
Divided bar front left&SW	Static Welding	170 311	1,00	24	20%	1,39	4 598	133	6 386	238 013
Divided bar front right&SW		170 311	1,00	24	20%	1,39	4 598	133	6 386	238 013
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		63 822	1,00	24	20%	1,85	4 598	133	3 041	119 078
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		63 822	1,00	24	20%	1,85	4 598	133	3 041	119 078
Extension bar left LWB&SW		37 666	1,00	24	20%	2,43	4 598	106	2 008	92 429
Extension bar right LWB&SW		37 666	1,00	24	20%	2,43	4 598	106	2 008	92 429
Glass channel front left&R	Rollerprofiler	170 311	1,12	24	20%	1,79	4 598	462	5 269	306 591
Glass channel front right&R		170 311	1,12	24	20%	1,79	4 598	462	5 269	306 591
Glass channel rear left LWB&R		37 666	1,12	24	20%	3,60	4 598	391	1 693	136 791
Glass channel rear right LWB&R		37 666	1,12	24	20%	3,60	4 598	391	1 693	136 791
Glass channel rear left SWB&R		26 156	1,12	24	20%	3,08	4 598	422	1 520	81 484
Glass channel rear right SWB&R		26 156	1,12	24	20%	3,08	4 598	422	1 520	81 484
Divided bar front left&R		170 311	1,12	24	20%	1,02	4 598	547	6 932	175 036
Divided bar front right&R		170 311	1,12	24	20%	1,02	4 598	547	6 932	175 036
Divided bar rear left LWB/SWB&R		63 822	1,12	24	20%	1,49	4 598	724	3 423	96 095
Divided bar rear right LWB/SWB&R		63 822	1,12	24	20%	1,49	4 598	724	3 423	96 095
Extension bar left LWB&R		37 666	1,12	24	20%	1,63	4 598	763	2 504	62 203
Extension bar right LWB&R		37 666	1,12	24	20%	1,63	4 598	763	2 504	62 203

Após o cálculo da quantidade económica de encomenda (EOQ) e do respetivo custo é relevante efetuar uma análise de sensibilidade em torno do valor de EOQ no que diz respeito ao valor do custo visto que, por vezes, existe alguma dificuldade em utilizar os valores dos lotes ótimos.

Deste modo, importa analisar qual o aumento de custo causado pela utilização de uma quantidade de produção diferente do lote ótimo determinado. De seguida é efetuada a análise de sensibilidade dos diversos produtos por tipo de processo. No anexo A.II. encontram-se informação complementar para efetuar as diversas análises de sensibilidade.

#### i. Processo Rollerprofiler

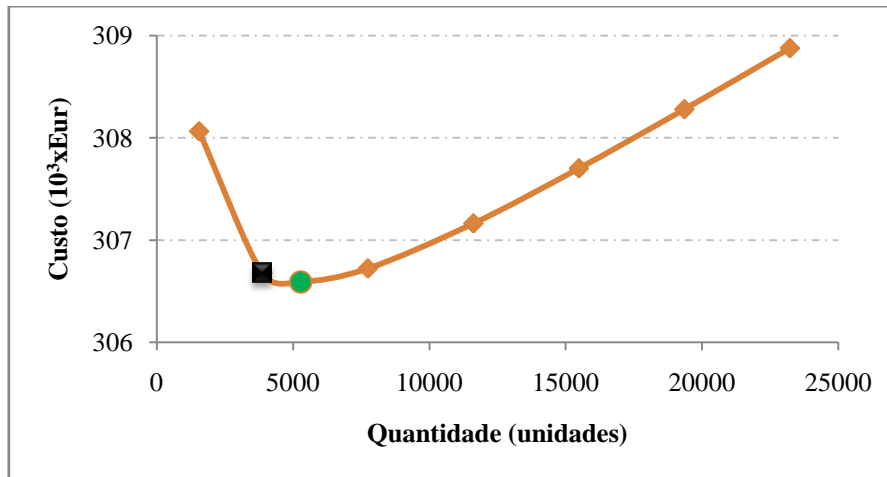
O tamanho do lote ótimo dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R é de 5 269 unidades, com um custo associado de 306 591 euros. Através da observação da tabela 4.10, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre uma e duas semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 3 871 unidades, com um custo anual associado de 306 675 euros.

**Tabela 4.10 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
	1 548	308 063	2 dias
Q produção	3 871	306 675	1 semana
EOQ	5 269	306 591	-----
	7 741	306 722	2 semanas
	11 612	307 162	3 semanas
	15 483	307 701	4 semanas
	19 354	308 279	5 semanas
	23 224	308 877	6 semanas

Na figura 4.4 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.9. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção real que a organização decidiu produzir.

É ainda visível no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica um aumento muito expressivo nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 27% implica num aumento do custo total anual de 0,03%, isto é, 84 euros (anexo A.II.).



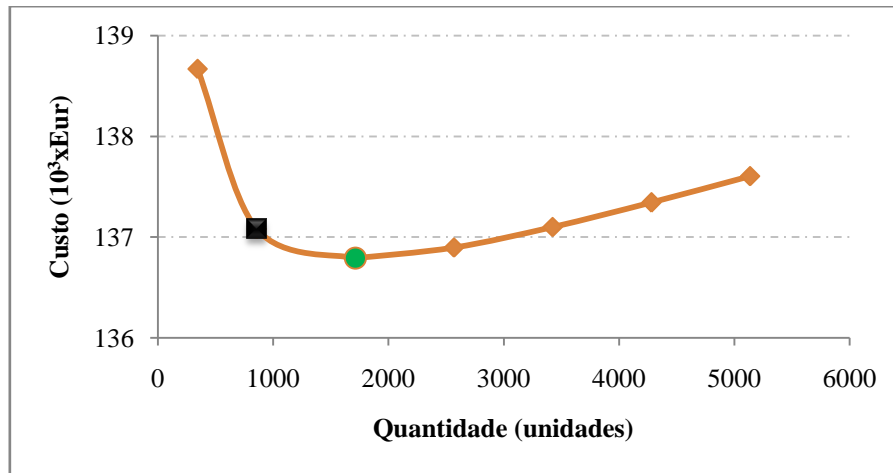
**Figura 4.4 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R**

O tamanho do lote ótimo dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R é de 1 693 unidades, com um custo associado de 136 791 euros. Através da observação da tabela 4.11, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre uma a duas semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 856 unidades, com um custo anual associado de 137 080 euros.

**Tabela 4.11 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
	342	138 670	2 dias
Q produção	856	137 080	1 semana
EOQ	1 693	136 791	-----
	1 712	136 791	2 semanas
	2 568	136 896	3 semanas
	3 424	137 100	4 semanas
	4 280	137 342	5 semanas
	5 136	137 605	6 semanas

Na figura 4.5 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.11. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. É ainda visível no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica uma diferença muito expressiva nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 49% implica num aumento do custo total anual de 0,21%, isto é, 289 euros (anexo A.II.).



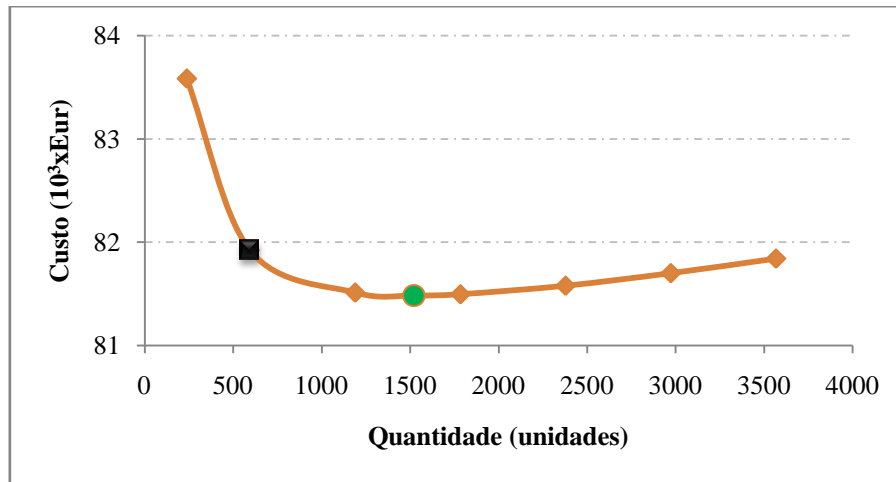
**Figura 4.5 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R**

O tamanho do lote ótimo dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R é de 1 520 unidades, com um custo associado de 81 484 euros. Através da observação da tabela 4.12, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre duas a três semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 594 unidades, com um custo anual associado de 81 922 euros.

**Tabela 4.12 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
	238	83 584	2 dias
Q produção	594	81 922	1 semana
	1 189	81 512	2 semanas
EOQ	1 520	81 484	-----
	1 783	81 496	3 semanas
	2 378	81 578	4 semanas
	2 972	81 700	5 semanas
	3 567	81 841	6 semanas

Na figura 4.6 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.12. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. É ainda visível no gráfico que diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica uma diferença muito expressiva nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 61% implica num aumento do custo total anual de 0,54%, isto é, 438 euros (anexo A.II.).



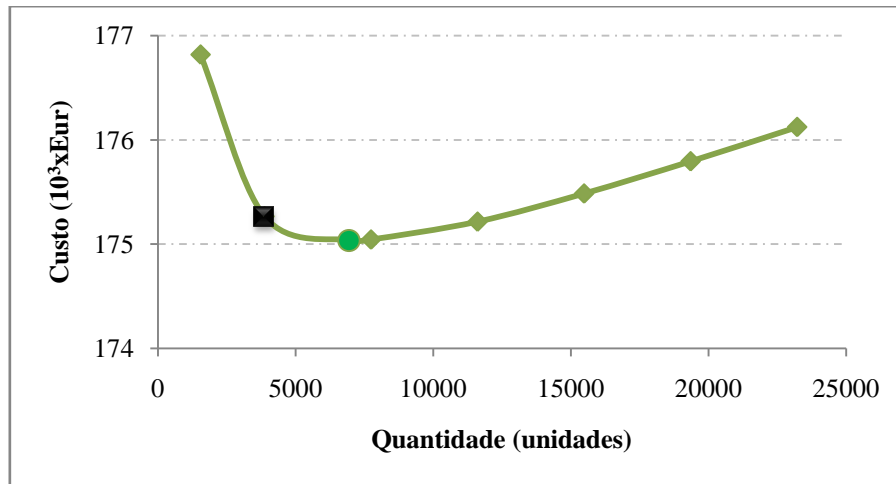
**Figura 4.6 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R**

O tamanho do lote ótimo dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R é de 6 932 unidades, com um custo associado de 175 036 euros. Através da observação da tabela **4.13**, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre uma a duas semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 3 871 unidades, com um custo anual associado de 175 266 euros.

**Tabela 4.13 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
	1 548	176 816	2 dias
Q produção	3 871	175 266	1 semana
EOQ	6 932	175 036	-----
	7 741	175 044	2 semanas
	11 612	175 215	3 semanas
	15 483	175 485	4 semanas
	19 354	175 794	5 semanas
	23 224	176 122	6 semanas

Na figura **4.7** encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela **4.13**. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. É ainda visível no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica uma diferença muito expressiva nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 44% implica num aumento do custo total anual de 0,13%, isto é, 230 euros (anexo A.II.).



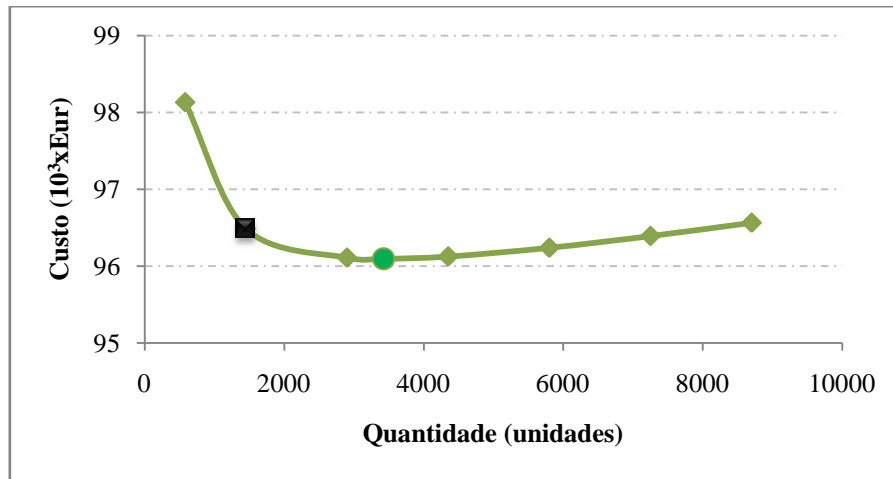
**Figura 4.7 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar front left e Divided bar front right**

O tamanho do lote ótimo dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R é de 3 423 unidades, com um custo associado de 96 095 euros. Através da observação da tabela 4.14, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre duas a três semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 1 451 unidades, com um custo anual associado de 96 487 euros.

**Tabela 4.14 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
	580	98 131	2 dias
Q produção	1 451	96 487	1 semana
	2 901	96 109	2 semanas
EOQ	3 423	96 095	-----
	4 352	96 124	3 semanas
	5 802	96 238	4 semanas
	7 253	96 391	5 semanas
	8 703	96 563	6 semanas

Na figura 4.8 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.14. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. É ainda visível no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica uma diferença muito expressiva nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 58% implica num aumento do custo total anual de 0,41%, isto é, 392 euros (anexo A.II.).



**Figura 4.8 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R**

O tamanho do lote ótimo dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R é de 2 504 unidades, com um custo associado de 62 203 euros. Através da observação da tabela 4.15, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre duas a três semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 856 unidades, com um custo anual associado 62 714 euros.

**Tabela 4.15 – Análise de sensibilidade dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
Q produção	342	64 402	2 dias
	856	62 714	1 semana
	1 712	62 262	2 semanas
EOQ	2 504	62 203	-----
	2 568	62 203	3 semanas
	3 424	62 243	4 semanas
	4 280	62 322	5 semanas
	5 136	62 421	6 semanas

Na figura 4.9 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.15. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. É ainda visível no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica uma diferença muito expressiva nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 66% implica num aumento do custo total anual de 0,82%, isto é, 511 euros (anexo A.II.).

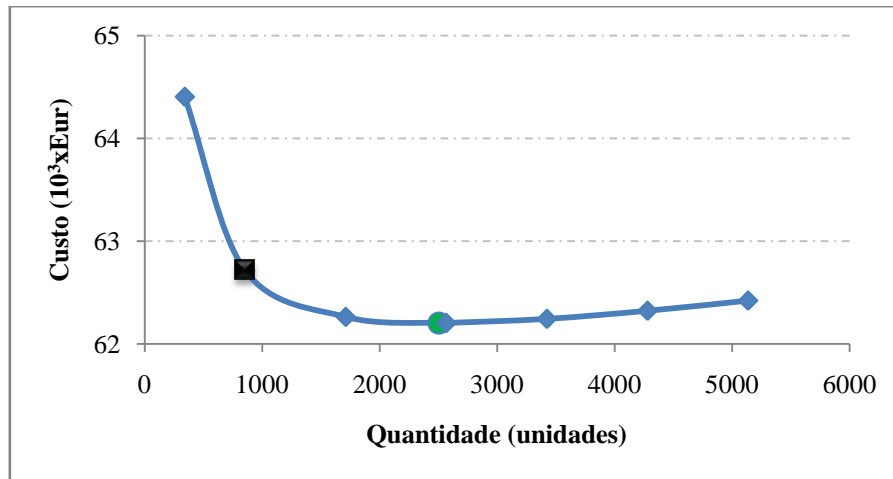


Figura 4.9 – Análise de sensibilidade dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R

## ii. Processo Bending e Clinching rear

O tamanho do lote ótimo dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR é de 2 346 unidades, com um custo associado de 147 341 euros. Através da observação da tabela 4.16, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre duas a três semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura de dois dias e, daí, a quantidade real de produção ser de 342 unidades, com um custo anual associado 151 272 euros.

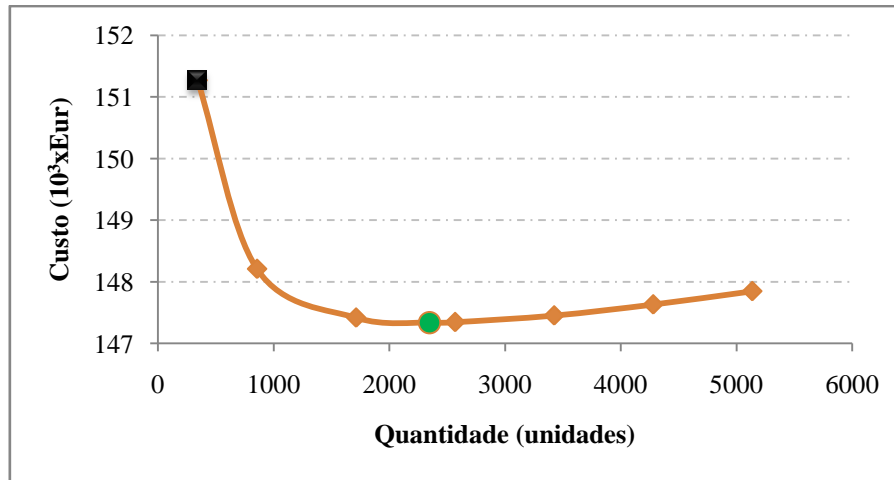
Tabela 4.16 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
Q produção	342	151 272	2 dias
	856	148 210	1 semana
	1 712	147 419	2 semanas
EOQ	2 346	147 341	-----
	2 568	147 347	3 semanas
	3 424	147 454	4 semanas
	4 280	147 633	5 semanas
	5 136	147 849	6 semanas

Na figura 4.10 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.16. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. No gráfico verifica-se ainda que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção implica uma ligeira diferença nos custos.



De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 85% implica num aumento do custo total anual de 2,67%, isto é, 3 931 euros (anexo A.II.).



**Figura 4.10 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR**

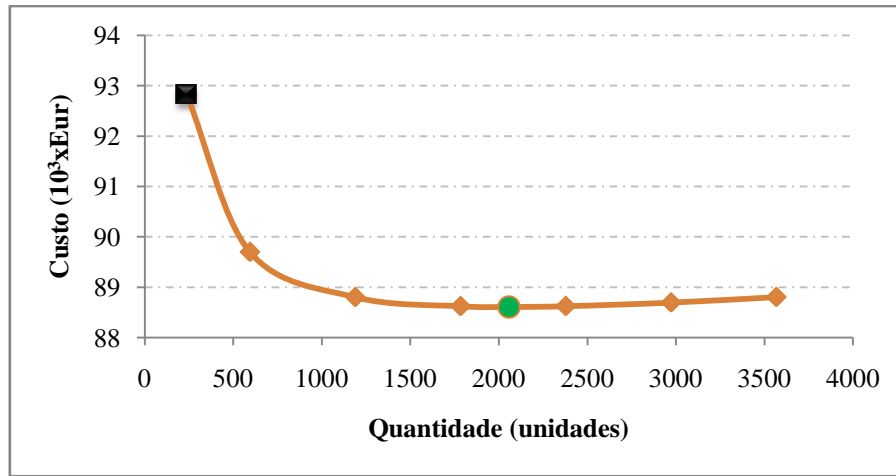
O tamanho do lote ótimo dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR é de 2 057 unidades, com um custo associado de 88 607 euros. Através da observação da tabela 4.17, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre três a quatro semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura de dois dias e, daí, a quantidade real de produção ser de 238 unidades, com um custo anual associado 92 823 euros.

**Tabela 4.17 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
Q produção	238	92 823	2 dias
	594	89 697	1 semana
	1 189	88 799	2 semanas
	1 783	88 620	3 semanas
EOQ	2 057	88 607	-----
	2 378	88 620	4 semanas
	2 972	88 693	5 semanas
	3 567	88 801	6 semanas

Na figura 4.11 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.17. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. Pode-se ainda observar no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção implica uma ligeira diferença nos

custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 88% implica num aumento do custo total anual de 4,76%, isto é, 4 216 euros (anexo A.II.).



**Figura 4.11 – Análise de sensibilidade dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR**

### iii. Processo Static Welding

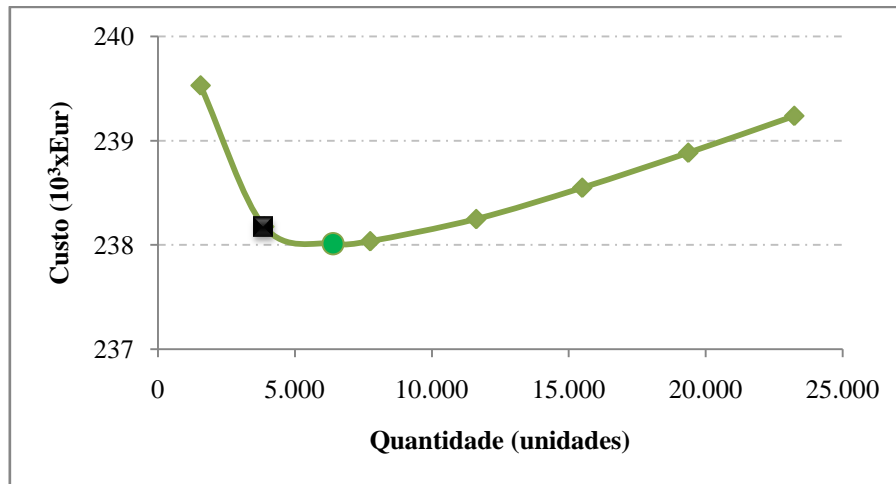
O tamanho do lote ótimo dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW é de 6 386 unidades, com um custo associado de 238 013 euros. Através da observação da tabela **4.18**, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre uma a duas semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 3 871 unidades, com um custo anual associado 238 176 euros.

**Tabela 4.18– Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
	1 548	239 527	2 dias
Q produção	3 871	238 176	1 semana
EOQ	6 386	238 013	-----
	7 741	238 036	2 semanas
	11 612	238 248	3 semanas
	15 483	238 548	4 semanas
	19 354	238 884	5 semanas
	23 224	239 236	6 semanas

Na figura **4.12** encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela **4.18**. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Divided

bar front left&SW e Divided bar front right&SW, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. É visível ainda no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica uma diferença muito expressiva nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 39% implica num aumento do custo total anual de 0,07%, isto é, 163 euros (anexo A.II.).



**Figura 4.12 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW**

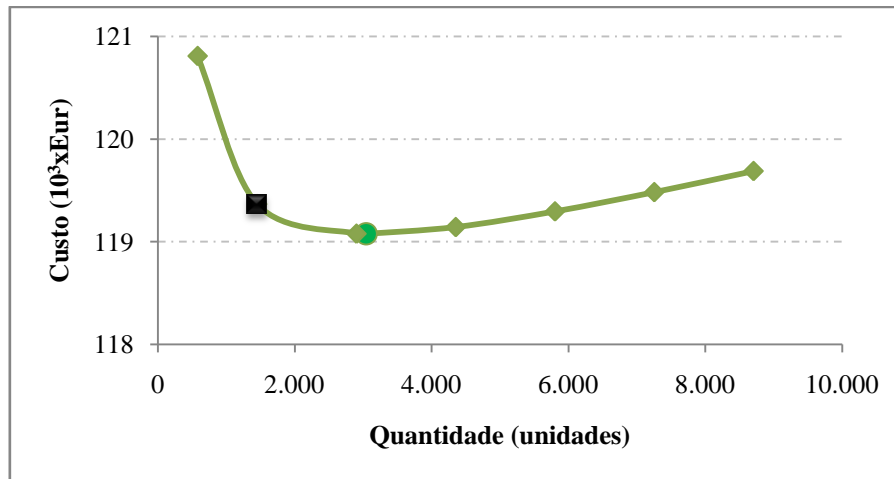
O tamanho do lote ótimo dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW é de 3 041 unidades, com um custo associado de 119 078 euros. Através da observação da tabela 4.19, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre duas a três semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 1451 unidades, com um custo anual associado 119 367 euros.

**Tabela 4.19 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
	580	120 807	2 dias
Q produção	1 451	119 367	1 semana
	2 901	119 079	2 semanas
EOQ	3 041	119 078	-----
	4 352	119 144	3 semanas
	5 802	119 296	4 semanas
	7 253	119 483	5 semanas
	8 703	119 689	6 semanas

Na figura 4.13 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.19. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos Divided

bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. É visível ainda no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica uma diferença muito expressiva nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 52% implica num aumento do custo total anual de 0,24%, isto é, 289 euros (anexo A.II.).



**Figura 4.13 – Análise de sensibilidade dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW**

O tamanho do lote ótimo dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW é de 2 008 unidades, com um custo associado de 92 429 euros. Através da observação da tabela 4.20, verifica-se que o tamanho do lote ótimo de produção permite satisfazer entre duas a três semanas de procura média. No entanto, a organização decidiu produzir estes dois produtos em lotes que permitem satisfazer a procura semanal média e, daí, a quantidade real de produção ser de 856 unidades, com um custo anual associado 92 776 euros.

**Tabela 4.20 – Análise de sensibilidade dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW**

	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	Tempo
	342	94 245	2 dias
Q produção	856	92 776	1 semana
	1 712	92 440	2 semanas
EOQ	2 008	92 429	-----
	2 568	92 456	3 semanas
	3 424	92 560	4 semanas
	4 280	92 699	5 semanas
	5 136	92 856	6 semanas

Na figura 4.14 encontra-se ilustrada em gráfico a informação da tabela 4.20. Como se pode observar, o ponto assinalado a “verde” representa o lote económico de produção dos produtos

Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW, e o ponto assinalado a “preto” representa o lote de produção que a organização decidiu produzir. Pode-se ainda observar no gráfico que a diferença entre o lote económico e o lote real de produção não implica uma diferença muito expressiva nos custos. De facto, uma redução do tamanho do lote ótimo em 57% implica num aumento do custo total anual de 0,38%, isto é, 347 euros (anexo A.II.).

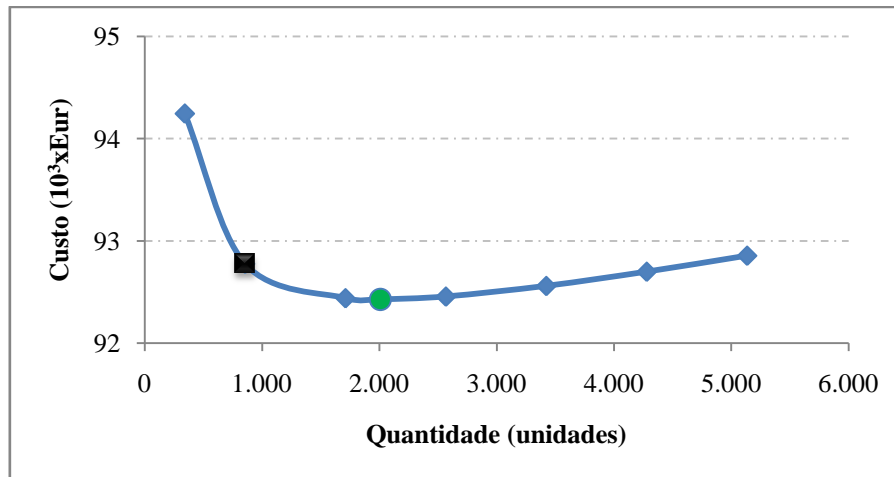


Figura 4.14 – Análise de sensibilidade dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW

### 4.3. Análise ABC

Houve interesse em efetuar uma análise ABC aos doze produtos acabados de modo a saber quais os produtos que são responsáveis pelo maior volume de vendas. Os produtos da categoria A terão um *stock* de segurança superior aos produtos classificados na categoria B, e assim sucessivamente o que permitirá evitar mais as ruturas de *stock* para os produtos de maior categoria (contribuem mais para as vendas). Além disso, é importante no estudo realizado no capítulo 5 relativo à implementação do sistema *kanban* no sistema produtivo.

Os doze produtos acabados para o cliente Ford, foram classificados de tipo A ou B de acordo com o seu volume anual de vendas. Na tabela 4.21, encontra-se a informação necessária para efetuar esta análise. A classificação atribuída a cada produto é realizada posteriormente.

Tabela 4.21 – Análise ABC dos produtos acabados

				Acumulado	
Produto acabado	Processo	Volume Anual de vendas (euros)	Total das vendas	Vendas	Produtos
Divided bar front left&P	Painting	360 994	15,57%	15,57%	8,33%
Divided bar front right&P		360 994	15,57%	31,14%	16,67%
Glass channel front left&BCF	Bending/Clinching front	326 938	14,10%	45,25%	25,00%
Glass channel front right&BCF		326 938	14,10%	59,35%	33,33%
Divided bar rear left LWB/SWB&P	Painting	146 740	6,33%	65,68%	41,67%
Divided bar rear right LWB/SWB&P		146 740	6,33%	72,01%	50,00%
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	145 589	6,28%	78,29%	58,33%
Glass channel rear right LWB&BCR		145 589	6,28%	84,57%	66,67%
Extension bar left LWB&SW	Static Welding	91 417	3,94%	88,51%	75,00%
Extension bar right LWB&SW		91 417	3,94%	92,46%	83,33%
Glass channel rear left SWB&BCR	Bending/Clinching rear	87 441	3,77%	96,23%	91,67%
Glass channel rear right SWB&BCR		87 441	3,77%	100,00%	100,00%
		2 318 237			

Na figura 4.15 encontra-se ilustrada graficamente a análise ABC, de modo a facilitar a decisão de classificação dos produtos nas diferentes classes (A, B e C), bem como o volume anual de vendas dos respetivos produtos.

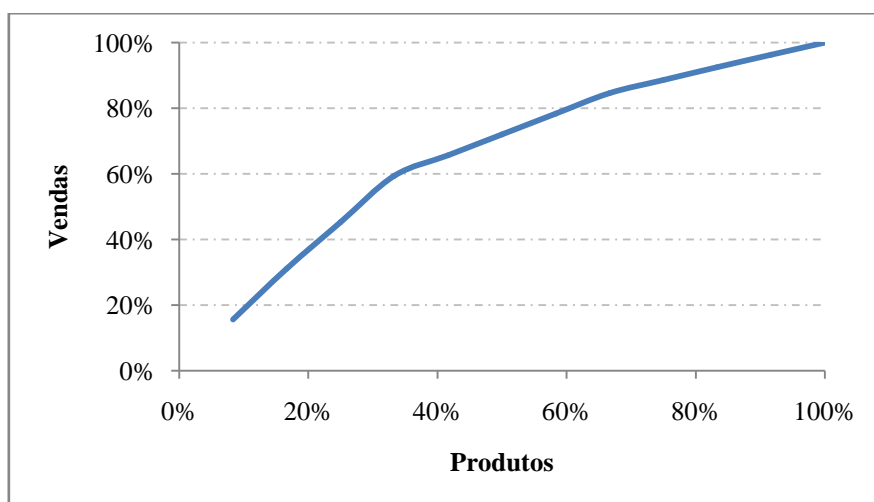


Figura 4.15 – Análise ABC dos produtos acabados

No gráfico da figura 4.15 observa-se um declive crescente bastante acentuado até cerca de 30% dos produtos e 60% do volume anual de vendas. Os produtos responsáveis por este declive (e, consequentemente, volume de vendas acumulado) são classificados de categoria A. A partir dos 60% de vendas até ao fim (100%) o declive é menos acentuado, mantendo-se mais ou menos igual, o que permite decidir classificar os restantes produtos na categoria B e não considerar a existência de produtos de categoria C.

Assim, apenas existem duas classes. Tendo em conta o contributo relativo de cada produto no total das vendas (em %), os quatro produtos com maiores volumes anuais de vendas foram classificados de categoria A, enquanto os restantes oito produtos de categoria B.

Os quatro produtos da categoria A que correspondem a cerca de 34% dos produtos englobam cerca de 60% do total do volume anual de vendas. Os produtos com maior volume anual de vendas são os produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P, com 15,57% cada um. Cada um dos outros produtos da categoria A, Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF, são responsáveis por 14,10% do volume anual de vendas.

Dado o elevado volume das vendas de que os produtos da categoria A são responsáveis, a rutura de *stock* dos mesmos teria um impacto muito negativo no negócio da organização pelo que é importante reforçar o *stock* de segurança dos produtos da categoria A relativamente aos produtos da categoria B.

Os outros oito produtos classificados de categoria B são, por ordem decrescente do volume anual de vendas, Divided bar rear left LWB/SWB&P (6,33%), Divided bar rear right LWB/SWB&P (6,33%), Glass channel rear left LWB&BCR (6,28%), Glass channel rear right LWB&BCR (6,28%), Extension bar left LWB&SW (3,94%), Extension bar right LWB&SW (3,94%), Glass channel rear left SWB&BCR (3,77%) e Glass channel rear right SWB&BCR (3,77%).





## 5. IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA KANBAN

---

O presente capítulo destina-se a apresentar o estudo da implementação de um sistema *kanban* no sistema produtivo. Para tal, será apresentado um mapeamento dos fluxos de material e de informação do sistema produtivo, bem como o cálculo do número de cartões *kanban* para os produtos intermédios e acabados do cliente Ford. Por fim será ainda apresentado o fluxo dos cartões *kanban* em ambiente fabril, sendo ainda realizada uma discussão de resultados. De realçar que o estudo da implementação do sistema *kanban* apenas será efetuado para os produtos do cliente Ford, visto que a organização não disponibilizou informação relativamente aos produtos do cliente Mercedes.

### 5.1. Fluxos no sistema produtivo

Para implementar uma filosofia *pull* no sistema produtivo há que analisar corretamente os fluxos de material e de informação existentes. Assim houve a necessidade de se efetuar o mapeamento dos fluxos existentes no sistema produtivo considerando a implementação do sistema *kanban* (figura 5.1). Através da observação da figura 5.1 verifica-se que os produtos dos fornecedores não estão englobados no presente estudo de implementação do sistema *kanban*. Por decisão da organização os produtos abastecidos pelos fornecedores externos são geridos com base numa filosofia *push*, tendo um local próprio para o *stock*.

No processo Rollerprofiler, os produtos intermédios já se encontram englobados no estudo da implementação do sistema *kanban*. De realçar que para estes produtos apenas existe *kanban* de produção, não existindo *kanban* de transferência por decisão da organização.

Nos dois processos Bending e Clinching rear e Bending e Clinching front, os produtos resultantes destes processos já são produtos acabados pelo que devem fazer parte do sistema *kanban* a implementar. Tal como no caso anterior, estes produtos acabados são geridos apenas por *kanbans* de produção.

No processo Static Welding, tanto os produtos intermédios como os acabados são geridos por um tipo de *kanbans*, *kanban* de produção. Os produtos intermédios deste processo seguem para o cliente/fornecedor Salvador Caetano, podendo ser transportados duas vezes por semana. Após o processo Painting a que é sujeito no fornecedor Salvador Caetano, os produtos regressam à organização como produto acabado, fazendo parte do sistema *kanban*. No entanto este tipo de *kanban* deveria designar-se por *kanban* de fornecedor mas, por imposição da organização, designa-se também por *kanban* de produção. Por fim, os produtos acabados são transportados diariamente para a Ford, em Valência.

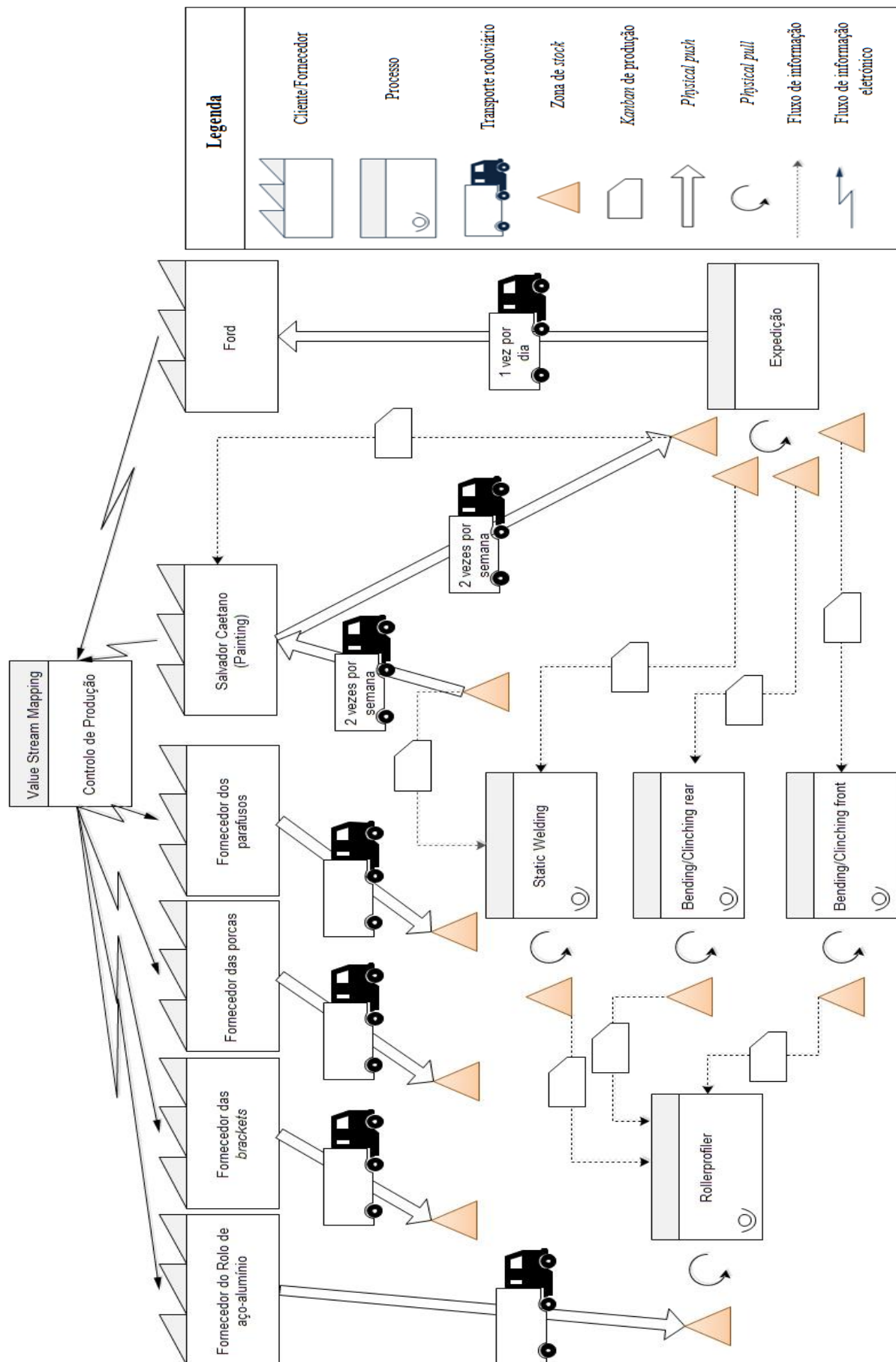
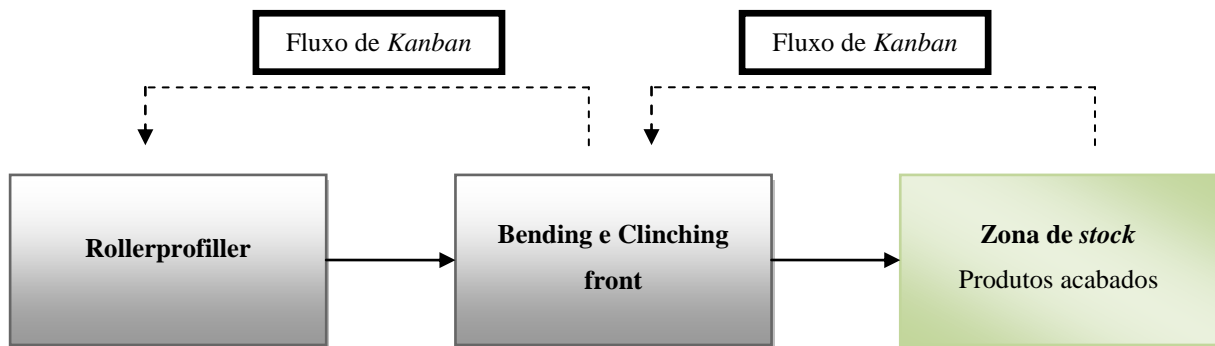


Figura 5.1 – Mapeamento dos fluxos de material e de informação no sistema produtivo

Para uma melhor compreensão dos fluxos de material e de informação (fluxos de *kanban*) no sistema produtivo é imprescindível a elaboração de diagramas com os fluxos para cada produto existente no sistema produtivo.

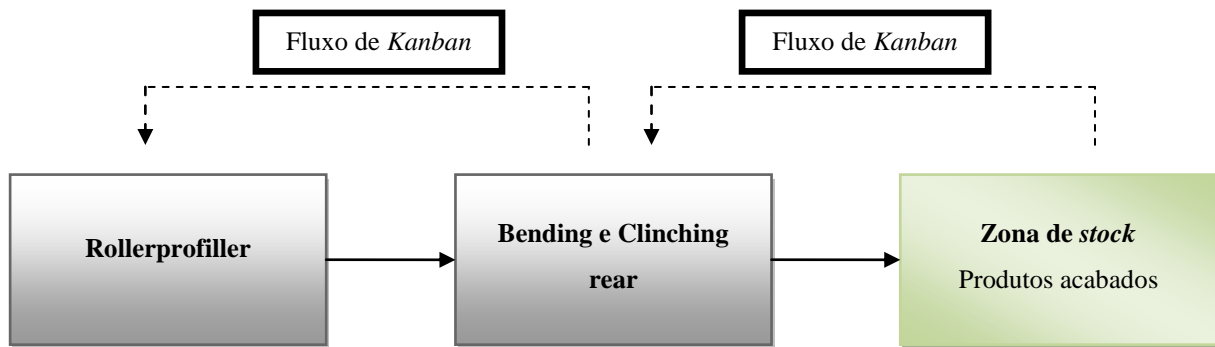
Os produtos acabados Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF apresentam sistemas produtivos idênticos (figura 5.2). Entre o processo Rollerprofiler e o processo Bending e Clinching front existem fluxos de *kanban* de produtos intermédios Glass channel front left&R e Glass channel front right&R. Após o processo Bending e Clinching front existem novamente fluxos de *kanban* de produtos acabados Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF que surgiram a partir dos produtos intermédios Glass channel front left&R e Glass channel front right&R, respetivamente. De realçar que o fluxo de *kanban* tem o sentido inverso do fluxo dos produtos.



**Figura 5.2 – Sistema produtivo para os produtos acabados Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF**

Os produtos acabados Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR apresentam sistemas produtivos idênticos (figura 5.3).

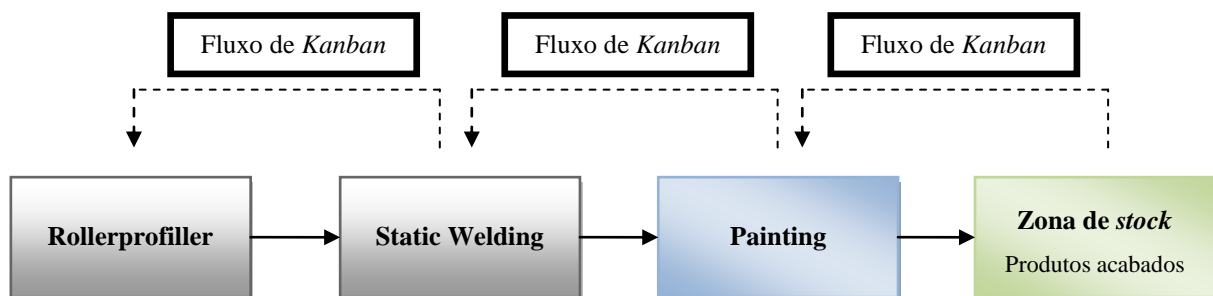
Entre o processo Rollerprofiler e o processo Bending e Clinching rear existem fluxos de *kanban* para os produtos intermédios Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R. Após o processo Bending e Clinching rear existe novamente fluxos de *kanban* para os produtos acabados Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR que surgiram, respetivamente, dos produtos intermédios Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R.



**Figura 5.3 – Sistema produtivo dos produtos acabados Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR**

Os produtos acabados Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P apresentam sistemas produtivos similares (figura 5.4).

Entre os processos Rollerprofiler e Static Welding existem fluxos de *kanban* para os produtos intermédios Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R. Entre os processos Static Welding e Painting existem fluxos de *kanban* para os produtos intermédios Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW. Após o processo Painting existem novamente fluxos de *kanban* para os produtos acabados Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P.



**Figura 5.4 – Sistema produtivo dos produtos acabados Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P**

Os produtos acabados Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW apresentam sistemas produtivos idênticos (figura 5.5).

Entre o processo Rollerprofiler e o processo Static Welding existem fluxos de *kanban* para os produtos intermédios Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R. Após o processo Static Welding existe novamente fluxos de *kanban* para os produtos acabados Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW que surgiram, respetivamente, dos produtos intermédios Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R.

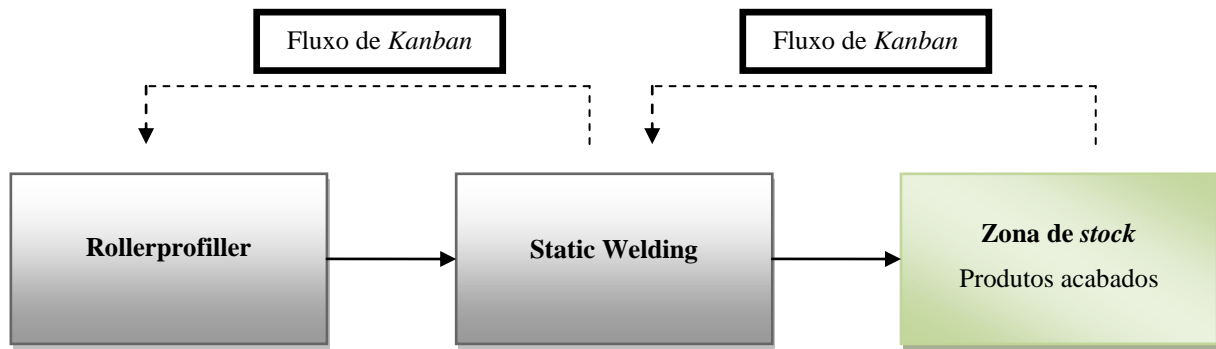


Figura 5.5 – Sistema produtivo dos produtos acabados Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW

## 5.2. Número de cartões *kanban*

O cálculo do número de cartões *kanban* para cada produto do sistema produtivo foi realizado com base na equação (12) (Chase *et al*, 1998):

$$n = \frac{D * L * (1 + \alpha)}{C} \quad (12)$$

em que,

- n** – Número de contentores / cartões *kanban*;
- D** – Procura;
- L** – *Lead time* de reposição dos contentores;
- C** – Capacidade do contentor;
- $\alpha$**  – *Stock* de segurança.

Após o cálculo do número de cartões *kanban* para cada produto, é possível distribuir os cartões nas três zonas de cores: zona verde, amarela e vermelha. As zonas verde e amarela correspondem ao número de cartões *kanban* que definem o lote de produção. A diferença entre estas duas zonas é que a zona verde engloba cerca de 50% do lote de produção enquanto a zona amarela corresponde aos restantes 50% do lote de produção. No entanto, caso o número de cartões *kanban* de um lote de produção seja ímpar, a organização decidiu colocar mais cartões *kanban* na zona verde relativamente à zona amarela, ou seja, considerando que o lote de produção de um produto corresponda a cinco cartões *kanban*, são colocados três cartões na zona verde e dois na zona amarela.

Por fim, a zona vermelha corresponde ao *stock* de segurança que é importante para fazer face à ocorrência de falhas nos processos, tempos de *setup* elevados a que a maioria dos processos estão sujeitos ou, ainda, permitir que os produtos acabados cheguem ao cliente a tempo de não haver rutura de *stock*. A organização pretende implementar o sistema com dois quadros de planeamento: um

quadro para os produtos intermédios e o outro para os produtos acabados. De seguida é determinado o número de cartões *kanban* necessários para cada produto por processo.

### 5.2.1. Número de cartões *kanban* no processo Rollerprofiler

No processo Rollerprofiler existem doze produtos diferentes, sendo necessário determinar para cada produto o número de cartões *kanban*. Todos os cartões *kanban* são de produção. Seguidamente é apresentado o processo de determinação do número de cartões *kanban* para cada produto produzido no processo Rollerprofiler.

#### i. Produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R

Para os produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R cujo o fornecedor é o processo Rollerprofiler, o número de cartões *kanban* encontra-se calculado na tabela 5.1.

Para calcular o número de cartões *kanban* dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R, considerou-se uma procura semanal correspondente a 3871 unidades, um *lead time* de reposição dos contentores de 1 semana, a capacidade dos contentores de 800 unidades e um *stock* de segurança de 20% da procura semanal, resultando 6 cartões *kanban* através da aplicação da equação (12). De referir que o *stock* de segurança para os seis produtos foi definido pela organização, que teve em consideração o maior tempo de *setup* para produzir imediatamente estes produtos e o tempo de produção semanal dos mesmos. Na prática, o *stock* de segurança que foi considerado para os seis produtos corresponde a um dia de procura.

**Tabela 5.1 – Número de cartões *kanban* para os produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R no processo Rollerprofiler**

Produtos	Glass channel front left&R	Glass channel front right&R	Glass channel rear left LWB&R	Glass channel rear right LWB&R	Glass channel rear left SWB&R	Glass channel rear right SWB&R
Procura semanal (unidades)	3871	3871	856	856	594	594

Produtos	Glass channel front left&R	Glass channel front right&R	Glass channel rear left LWB&R	Glass channel rear right LWB&R	Glass channel rear left SWB&R	Glass channel rear right SWB&R
<i>Lead time de reposição (semanal)</i>	1	1	1	1	1	1
<b>Capacidade do contentor (unidades)</b>	800	800	800	800	800	800
<i><math>\alpha</math> (Stock Segurança)</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Número Total de Cartões</b>	6	6	3	3	3	3
<b>Número de cartões da zona verde</b>	3	3	1	1	1	1
<b>Número de cartões da zona amarela</b>	2	2	1	1	1	1
<b>Número de cartões da zona vermelha</b>	1	1	1	1	1	1

Como se pode observar a partir da tabela **5.1**, para cada um dos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R são necessários seis cartões *kanban*, e para cada um dos produtos Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R são necessários três cartões *kanban*.




Nos produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R, os cartões *kanban* nas zonas verde e amarelo correspondem ao lote de produção semanal, em que cada uma das zonas envolve aproximadamente 50% da produção semanal.

Nos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R, só a zona verde engloba o lote de produção semanal. Isto deve-se ao facto dos contentores destes dois produtos terem uma capacidade superior à procura semanal dos mesmos. No entanto, o sistema *kanban* envolve três zonas diferentes (verde, amarela e vermelha), o que obrigará para cada produto existir no mínimo três cartões *kanban*, um por zona. Daí se ter atribuído um cartão *kanban* na zona amarela para cada um dos produtos.

Nos produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R, a zona verde e a zona amarela englobam cinco cartões *kanban*, três cartões *kanban* na zona verde e dois na zona a amarelo. Na zona a vermelho está atribuído um cartão *kanban* visto que esta zona diz respeito ao *stock* de segurança, que permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção dos mesmos (8,4 horas de produção + 4 horas de tempo de *setup* = 12,4 horas totais).

Para os produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R, o *stock* de segurança permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção (2,2 horas de produção + 4 horas de tempo de setup = 6,2 horas totais). Para os produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R, o *stock* de segurança permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção dos mesmos (1,4 horas de produção + 4 horas de tempo de setup = 5,4 horas totais).

Para uma melhor compreensão da maneira como foi feita a atribuição do número de cartões *kanban* às diferentes zonas que são caracterizadas pelas diferentes cores, na figura 5.6 é apresentado o número de cartões *kanban* por zona para os produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R.

Produtos	Número de <i>kanbans</i>
Glass channel front left&R Glass channel front right&R	
Glass channel rear left LWB&R Glass channel rear right LWB&R	
Glass channel rear left SWB&R Glass channel rear right SWB&R	

**Figura 5.6 – Número de cartões *kanban* dos produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R**

Após o cálculo do número de cartões *kanban* dos produtos, foi desenhado o cartão *kanban* para cada produto. Na Figura 5.7 encontra-se esquematizado o cartão *kanban* de produção para o produto Glass channel front left&R. Os cartões *kanban* para os produtos Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R encontram-se em anexo A.III.1.



O cartão *kanban* da figura 5.7 que se refere ao cartão *kanban* do produto Glass channel front left&R, apresenta um conjunto de informação relevante nomeadamente, fotografia do produto, referência, designação, o processo fornecedor (Rollerprofiler) e o processo cliente (Bending e Clinching front), a capacidade e tipo de contentor, o número total de cartões *kanban* do produto e respetivo número do cartão. Apresenta, ainda, o código de barras para o caso de se utilizar instrumentos de leitura de códigos de barra e um retângulo a laranja com a designação de “produto intermédio”. Todos os cartões que apresentem um retângulo laranja significam produtos intermédios. Se os cartões *kanban* apresentarem um retângulo a azul significam produtos acabados.





<div> <div>  </div> <div> <b>Cartão Kanban</b>  </div> </div>		
Referência 65570.0.001		
Designação Glass Channel Front Left&R		
<b>Fornecedor</b> Rollerprofiler		<b>Cliente</b> Bending e Clinching Front
<b>Capacidade do Contentor</b> 800 unidades	<b>Tipo de Contentor</b> Profile rack	<b>Nº do Kanban</b> 1/6
	<b>Produto Intermédio</b> 	

Figura 5.7 – Cartão *kanban* do produto Glass channel front left&R

Todas as informações contidas no cartão *kanban* foram acordadas com a organização, destacando o código da referência, o tipo de contentor (*profile rack*) que diz respeito a todos os contentores dos produtos Glass channel provenientes do processo Rollerprofiler e, ainda, o retângulo a laranja identificando o produto como intermédio.

**ii. Produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R**

Para os produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R cujo fornecedor é o processo Rollerprofiler, o número de cartões *kanban* encontra-se calculado na tabela 5.2.

Usando as características próprias dos produtos que se encontram na tabela 5.2 e recorrendo à equação (12), foi determinado o número de cartões necessário para cada um. O *stock* de segurança para estes produtos foi definido em conjunto com a organização, correspondendo a um dia de procura.

**Tabela 5.2 – Número de cartões *kanban* para os produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R no processo Rollerprofiler**

Produtos	Divided bar front left&R	Divided bar front right&R	Divided bar rear left LWB/SWB&R	Divided bar rear right LWB/SWB&R	Extension bar left LWB&R	Extension bar right LWB&R
<b>Procura semanal (unidades)</b>	3871	3871	1451	1451	856	856
<b>Lead time de reposição (semanal)</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Capacidade do contentor (unidades)</b>	1350	1350	2700	2700	2700	2700
<b><math>\alpha</math> (Stock Segurança)</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Número Total de Cartões</b>	4	4	3	3	3	3
<b>Número de cartões da zona verde</b>	2	2	1	1	1	1
<b>Número de cartões da zona amarela</b>	1	1	1	1	1	1
<b>Número de cartões da zona vermelha</b>	1	1	1	1	1	1

Como se pode observar a partir da tabela 5.2, para cada um dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R são necessários quatro cartões *kanban* e para cada um dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R são necessários três cartões *kanban*.

Nos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R, os cartões *kanban* nas zonas verde e amarelo correspondem ao lote de produção semanal, em que cada uma das zonas envolve aproximadamente 50% da produção semanal.

Nos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R, só a zona verde engloba o lote de produção semanal. Isto deve-se ao facto dos contentores destes quatro produtos terem uma capacidade superior à procura semanal dos mesmos. No entanto, o sistema *kanban* envolve três zonas diferentes (verde, amarela e vermelha), o que obrigará para cada produto existir no mínimo três cartões *kanban*, um por zona. Daí se ter atribuído um cartão *kanban* na zona amarela para cada um dos produtos.

Nos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R, a zona verde e a zona amarela englobam três cartões *kanban*, dois cartões *kanban* na zona verde e um na zona a amarelo. Na

zona a vermelho está atribuído um cartão *kanban* visto que esta zona diz respeito ao *stock* de segurança, que permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção dos mesmos (7,1 horas de produção + 4 horas de tempo de *setup* = 11,1 horas totais).

Para os produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R, o *stock* de segurança permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção (2,0 horas de produção + 4 horas de tempo de *setup* = 6,0 horas totais). Para os produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R, o *stock* de segurança permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção dos mesmos (1,1 horas de produção + 4 horas de tempo de *setup* = 5,1 horas totais).

Para uma melhor compreensão da maneira como foi feita a atribuição do número de cartões *kanban* às diferentes zonas que são caracterizadas pelas diferentes cores, na figura 5.8 é apresentado o número de cartões *kanban* por zona para os produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R.


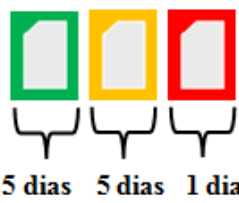
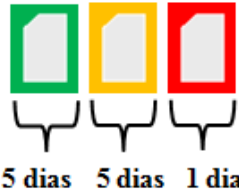
Produtos	Número de <i>kanbans</i>
Divided bar front left&R Divided bar front right&R	
Divided bar rear left LWB/SWB&R Divided bar rear right LWB/SWB&R	
Extension bar left LWB&R Extension bar right LWB&R	

Figura 5.8 – Número de cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R

Após o cálculo do número de cartões *kanban* dos produtos, foi desenhado o cartão *kanban* para cada produto. No anexo A.III.1 encontram-se apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R.

### **5.2.2. Número de cartões *kanban* no processo Bending e Clinching rear**

No processo Bending e Clinching rear existem quatro produtos diferentes, sendo necessário determinar para cada produto o número de cartões *kanban*. Todos os cartões *kanban* são de produção. Seguidamente é apresentado o processo de determinação do número de cartões *kanban* para cada produto produzido no processo Bending e Clinching rear.

#### **i. Produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR**

Para os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR cujo fornecedor é o processo Bending e Clinching rear, o número de cartões *kanban* encontra-se calculado na tabela 5.3.

De forma a calcular o número de cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR, considerou-se uma procura semanal correspondente a 856 unidades, um *lead time* de reposição dos contentores de 0,4 semana, a capacidade dos contentores de 128 unidades e um *stock* de segurança de 100% da procura durante o *lead time* de reposição, resultando 6 cartões *kanban* através da aplicação da equação (12).

De referir que o *stock* de segurança para os quatro produtos foi definido pela organização, que teve em consideração o maior tempo de *setup* para produzir imediatamente estes produtos, o tempo de produção dos mesmos de acordo com o *lead time* de reposição (dois dias) e, ainda, o tempo de transporte dos produtos até à Ford (Valência), visto que se tratam de produtos acabados. Na prática, o *stock* de segurança que foi considerado para os quatro produtos corresponde a dois dias de procura.

**Tabela 5.3 – Número de cartões *kanban* para os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR no processo Bending e Clinching rear**

<b>Produtos</b>	<b>Glass channel rear left LWB&amp;BCR</b>	<b>Glass channel rear right LWB&amp;BCR</b>	<b>Glass channel rear left SWB&amp;BCR</b>	<b>Glass channel rear right SWB&amp;BCR</b>
<b>Procura semanal (unidades)</b>	856	856	594	594
<b>Lead time de reposição (semanal)</b>	0,4	0,4	0,4	0,4
<b>Capacidade do contentor (unidades)</b>	128	128	128	128
<b><math>\alpha</math> (Stock Segurança)</b>	1	1	1	1
<b>Número Total de Cartões</b>	6	6	4	4
<b>Número de cartões da zona verde</b>	2	2	1	1
<b>Número de cartões da zona amarela</b>	1	1	1	1
<b>Número de cartões da zona vermelha</b>	3	3	2	2

Como se pode observar a partir da tabela **5.3**, para cada um dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR são necessários seis cartões *kanban* e para cada um dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR são necessários quatro cartões *kanban*.


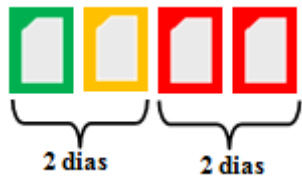
Nos produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR, os cartões *kanban* nas zonas verde e amarelo correspondem ao lote de produção de dois dias, em que cada uma das zonas envolve aproximadamente 50% da produção de dois dias.

Nos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR, a zona verde e a zona amarela englobam três cartões *kanban*, dois cartões *kanban* na zona verde e um na zona a amarelo. Na zona a vermelho estão atribuídos três cartões *kanban* visto que esta zona diz respeito ao *stock* de segurança, que permite cobrir o tempo necessário de urgência produção e de transporte dos mesmos para o cliente Ford, em Valência (5,6 horas de produção + (245/60) horas de tempo de *setup* + 24 horas de transporte = 33,7 horas totais).

Para os produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR, o *stock* de segurança permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção e de transporte dos

mesmos para o cliente Ford, em Valência (3,9 horas de produção + (245/60) horas de tempo de *setup* + 24 horas de transporte = 32,0 horas totais).

Para uma melhor compreensão da maneira como foi feita a atribuição do número de cartões *kanban* às diferentes zonas que são caracterizadas pelas diferentes cores, na figura 5.9 é apresentado o número de cartões *kanban* por zona para os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR.

Produtos	Número de <i>kanbans</i>
Glass channel rear left LWB&BCR Glass channel rear right LWB&BCR	
Glass channel rear left SWB&BCR Glass channel rear right SWB&BCR	

**Figura 5.9 – Número de cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR**

Após o cálculo do número de cartões *kanban* dos produtos, foi desenhado o cartão *kanban* para cada produto. No anexo A.III.2 encontram-se apresentados os cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR.

### 5.2.3. Número de cartões *kanban* no processo Bending e Clinching front

No processo Bending e Clinching front existem dois produtos diferentes, sendo necessário determinar para cada produto o número de cartões *kanban*. Todos os cartões *kanban* são de produção. Seguidamente é apresentado o processo de determinação do número de cartões *kanban* para cada produto produzido no processo Bending e Clinching front.

**i. Produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF**

Para os produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF cujo fornecedor é o processo Bending e Clinching front, o número de cartões *kanban* encontra-se calculado na tabela 5.4.

Para se calcular o número de cartões *kanban* dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF, considerou-se uma procura semanal correspondente a 3871 unidades, um *lead time* de reposição dos contentores de 0,2 semana, a capacidade dos contentores de 136 unidades e um *stock* de segurança de 220% da procura durante o *lead time* de reposição, resultando 19 cartões *kanban* através da aplicação da equação (12).

De referir que o *stock* de segurança para os dois produtos foi definido pela organização, que teve em consideração o tempo de produção destes produtos de acordo com o *lead time* de reposição (diário) e, ainda, o tempo de transporte dos produtos para o cliente Ford (Valência), visto que se tratam de produtos acabados.

No entanto, o *stock* de segurança dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF apresentam uma particularidade especial. Como estes produtos foram classificados na categoria A na análise ABC efetuada, houve a necessidade de aumentar em 20% o *stock* de segurança de ambos os produtos. Na prática, o *stock* de segurança que foi considerado para os dois produtos corresponde a aproximadamente a dois dias de procura.

**Tabela 5.4 – Número de cartões *kanban* para os produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF no processo Bending e Clinching front**

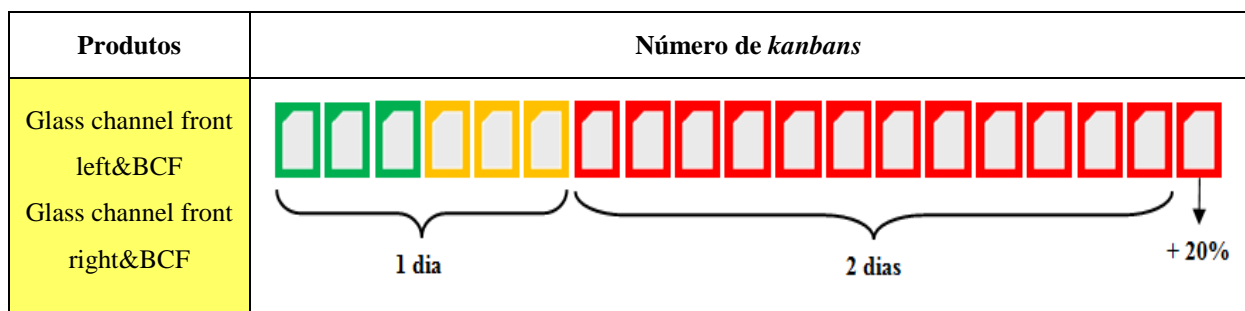
Produtos	Glass channel front left&BCF	Glass channel front right&BCF
Procura semanal (unidades)	3871	3871
Lead time de reposição (semanal)	0,2	0,2
Capacidade do contentor (unidades)	136	136
$\alpha$ (Stock Segurança)	2,2	2,2
Número Total de Cartões	19	19
Número de cartões da zona verde	3	3

Produtos	Glass channel front left&BCF	Glass channel front right&BCF
Número de cartões da zona amarela	3	3
Número de cartões da zona vermelha	13	13

Como se pode observar a partir da tabela 5.4, para cada um dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF são necessários dezanove cartões *kanban*. Nestes produtos os cartões *kanban* nas zonas verde e amarelo correspondem ao lote de produção diário, em que cada uma das zonas envolve aproximadamente 50% da produção diária.

Nos produtos Glass front left&BCF e Glass channel front right&BCF, a zona verde e a zona amarela englobam seis cartões *kanban*, três cartões *kanban* na zona verde e três na zona a amarelo. Na zona a vermelho estão atribuídos treze cartões *kanban* visto que esta zona diz respeito ao *stock* de segurança, que permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção e transporte dos mesmos e, ainda, os 20% de acréscimo ao *stock* de segurança devido ao facto dos produtos pertencerem à categoria A da análise ABC ((8,6 horas de produção + 24 horas de transporte = 32,6 horas totais) + 20%).

Para uma melhor compreensão da maneira como foi feita a atribuição do número de cartões *kanban* às diferentes zonas que são caracterizadas pelas diferentes cores, na figura 5.10 é apresentado o número de cartões *kanban* por zona para os produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF.



**Figura 5.10 – Número de cartões *kanban* dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF**

Após o cálculo do número de cartões *kanban* dos produtos, foi desenhado o cartão *kanban* para cada produto. No anexo A.III.3 encontram-se apresentados os cartões *kanban* dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF.



#### 5.2.4. Número de cartões *kanban* no processo Static Welding

No processo Static Welding existem seis produtos diferentes, sendo necessário determinar para cada produto o número de cartões *kanban*. Todos os cartões *kanban* são de produção. Seguidamente é apresentado o processo de determinação do número de cartões *kanban* para cada produto produzido no processo Static Welding.

**i. Produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW**

Para os produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW cujo fornecedor é o processo Static Welding, o número de cartões *kanban* encontra-se calculado na tabela 5.5.

Para se calcular o número de cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW, considerou-se uma procura semanal correspondente a 3871 unidades, um *lead time* de reposição dos contentores de 1 semana, a capacidade dos contentores de 260 unidades e um *stock* de segurança de 40% da procura semanal, resultando 21 cartões *kanban* através da aplicação da equação (12).

De referir que o *stock* de segurança para os seis produtos foi definido pela organização. No entanto, para os produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW, a organização teve em consideração o maior tempo de *setup* para produzir imediatamente estes produtos e o tempo de produção semanal dos mesmos. Para os produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW, a organização teve em consideração o maior tempo de *setup* para produzir imediatamente estes produtos, o tempo de produção semanal dos mesmos e, ainda, o tempo de transporte dos produtos para o cliente Ford, em Valência (24 horas).

**Tabela 5.5 – Número de cartões *kanban* para os produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW no processo Static Welding**

Produtos	Divided bar front left&SW	Divided bar front right&SW	Divided bar rear left LWB/SWB&SW	Divided bar rear right LWB/SWB&SW	Extension bar left LWB&SW	Extension bar right LWB&SW
Procura semanal (unidades)	3871	3871	1451	1451	856	856

Produtos	Divided bar front left&SW	Divided bar front right&SW	Divided bar rear left LWB/SWB&SW	Divided bar rear right LWB/SWB&SW	Extension bar left LWB&SW	Extension bar right LWB&SW
<i>Lead time de reposição (semanal)</i>	1	1	1	1	1	1
<b>Capacidade do contentor (unidades)</b>	260	260	416	416	600	600
<i><math>\alpha</math> (Stock Segurança)</i>	0,4	0,4	0,2	0,2	0,4	0,4
<b>Número Total de Cartões</b>	21	21	5	5	3	3
<b>Número de cartões da zona verde</b>	8	8	2	2	1	1
<b>Número de cartões da zona amarela</b>	7	7	2	2	1	1
<b>Número de cartões da zona vermelha</b>	6	6	1	1	1	1

Como se pode observar a partir da tabela 5.5, para cada um dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW são necessários vinte e um cartões *kanban*, para cada um dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW são necessários cinco cartões *kanban*, e para cada um dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW são necessários três cartões *kanban*.


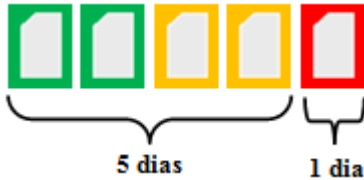
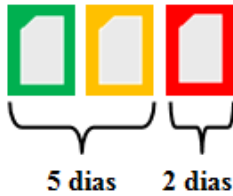
Nos produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW, os cartões *kanban* nas zonas verde e amarela correspondem ao lote de produção semanal, em que cada uma das zonas envolve aproximadamente 50% da produção semanal.

Nos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW, a zona verde e a zona amarela englobam quinze cartões *kanban*, oito cartões *kanban* na zona verde e sete na zona a amarelo. Na zona a vermelho estão atribuídos seis cartões *kanban* visto que esta zona diz respeito ao *stock* de segurança, que permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção dos mesmos (29,1 horas de produção + 1,5 horas de tempo de *setup* = 30,6 horas totais).

Para os produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW, o *stock* de segurança permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção (10,9 horas de produção + 1,5 horas de tempo de *setup* = 12,4 horas totais). Para os produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW, o *stock* de segurança permite cobrir o tempo necessário de urgência de produção dos mesmos e, ainda, o transporte dos produtos para o cliente Ford, em

Valência (8,1 horas de produção + 1,5 horas de tempo de *setup* + 24 horas de transporte = 33,6 horas totais).

Para uma melhor compreensão da maneira como foi feita a atribuição do número de cartões *kanban* às diferentes zonas que são caracterizadas pelas diferentes cores, na figura 5.11 é apresentado o número de cartões *kanban* por zona para os produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW.

Produtos	Número de <i>kanbans</i>
Divided bar front left&SW Divided bar front right&SW	
Divided bar rear left LWB/SWB&SW Divided bar rear right LWB/SWB&SW	
Extension bar left LWB&SW Extension bar right LWB&SW	

**Figura 5.11 – Número de cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW**

Após o cálculo do número de cartões *kanban* dos produtos, foi desenhado o cartão *kanban* para cada produto. No anexo A.III.4 encontram-se apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW.

### 5.2.5. Número de cartões *kanban* no processo Painting

No processo Painting existem quatro produtos diferentes, sendo necessário determinar para cada produto o número de cartões *kanban*. Todos os cartões *kanban* são de produção. Seguidamente é apresentado o processo de determinação do número de cartões *kanban* para cada produto do processo Painting.

#### i. Produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P

Para os produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P cujo fornecedor é o processo Painting, o número de cartões *kanban* encontra-se calculado na tabela 5.6.

Para calcular o número de cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P, considerou-se uma procura semanal correspondente a 3871 unidades, um *lead time* de reposição dos contentores de 0,5 semana, a capacidade dos contentores de 288 unidades e um *stock* de segurança de 100% da procura durante o *lead time* de reposição, resultando 14 cartões *kanban* através da aplicação da equação (12).

De referir que o *stock* de segurança dos produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P apresenta uma particularidade especial. O *stock* de segurança nestes produtos apresenta um acréscimo de 20% relativamente aos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P. Isto deve-se ao facto de os produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P terem sido classificados na categoria A na análise ABC efetuada, permitindo, assim, um menor risco de rutura de *stock*.

**Tabela 5.6 – Número de cartões *kanban* para os produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P no processo Painting**

Produtos	Divided bar front left&P	Divided bar front right&P	Divided bar rear left LWB/SWB&P	Divided bar rear right LWB/SWB&P
Procura semanal (unidades)	3871	3871	1451	1451
Lead time de reposição (semanal)	0,5	0,5	0,5	0,5
Capacidade do contentor (unidades)	288	288	300	300

Produtos	Divided bar front left&P	Divided bar front right&P	Divided bar rear left LWB/SWB&P	Divided bar rear right LWB/SWB&P
$\alpha$ ( <i>Stock Segurança</i> )	1,0	1,0	0,8	0,8
Número Total de Cartões	14	14	5	5
Número de cartões da zona verde	4	4	2	2
Número de cartões da zona amarela	3	3	1	1
Número de cartões da zona vermelha	7	7	2	2

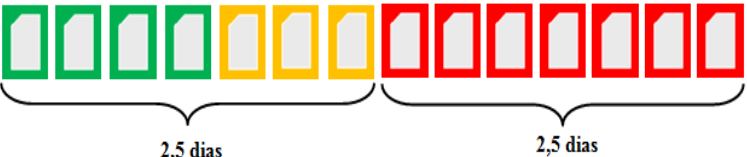
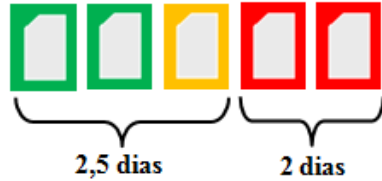
Como se pode observar a partir da tabela 5.6, para cada um dos produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P são necessários catorze cartões *kanban* e para cada um dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P são necessários cinco cartões *kanban*.

Nos produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P, os cartões *kanban* nas zonas verde e amarelo correspondem ao lote de produtos que a Salvador Caetano fornece sempre que se desloca à organização. Esse lote representa metade da procura semanal. Assim, cada uma das zonas envolve aproximadamente 50% de metade da procura semanal.

Nos produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P, a zona verde e a amarela englobam sete cartões *kanban*, quatro cartões *kanban* na zona verde e três na zona a amarelo. Na zona a vermelho são necessários sete cartões *kanban* correspondendo à zona do *stock* de segurança.

Nos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P, a zona verde e a zona amarela englobam três cartões *kanban*, dois cartões *kanban* na zona verde e o outro na zona a amarelo. Na zona a vermelho são necessários dois cartões *kanban* correspondendo à zona do *stock* de segurança.

Para uma melhor compreensão da maneira como foi feita a atribuição do número de cartões *kanban* às diferentes zonas que são caracterizadas pelas diferentes cores, na figura 5.12 é apresentado o número de cartões *kanban* por zona para os produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P.

Produtos	Número de <i>kanbans</i>
Divided bar front left&P Divided bar front right&P	
Divided bar rear left LWB/SWB&P Divided bar rear right LWB/SWB&P	

**Figura 5.12** – Número de cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P

Após o cálculo do número de cartões *kanban* dos produtos, foi desenhado o cartão *kanban* para cada produto. No anexo A.III.5 encontram-se apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&P, Divided bar front right&P, Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P.

### 5.3. Fluxo de cartões *kanban* e de contentores

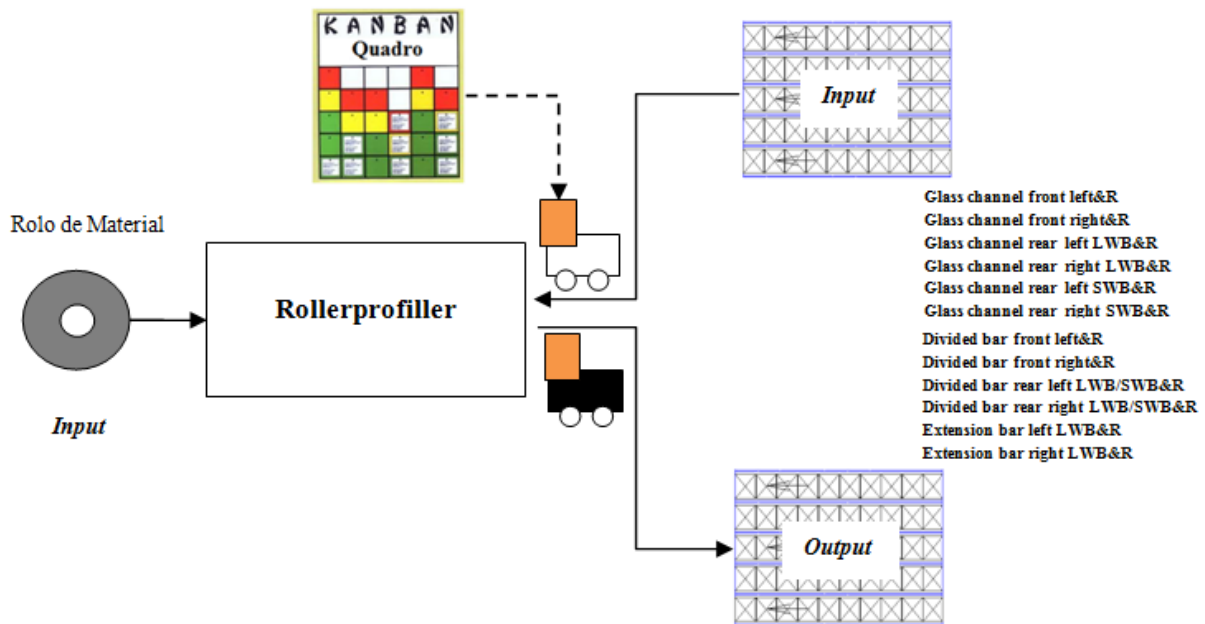
O fluxo dos cartões *kanban* no sistema produtivo encontra-se caracterizado por processo. De seguida são apresentados os fluxos dos cartões *kanban* por cada processo produtivo nomeadamente, os processos Rollerprofiler, Bending e Clinching rear, Bending e Clinching front, Static Welding e Painting. No final da secção, será abordado o fluxo dos cartões *kanban* na expedição dos produtos acabados para o cliente Ford.

#### i. Processo Rollerprofiler

No processo Rollerprofiler estão envolvidos doze produtos intermédios (Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R, Glass channel rear right SWB&R, Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R) e um rolo de material.

Em termos de *inputs* do processo consideram-se o rolo de material e os contentores vazios onde vão ser colocados os produtos intermédios produzidos neste processo. Como *outputs* do processo são considerados os contentores abastecidos com os doze produtos intermédios produzidos (figura 5.13).

O operador retira do quadro de planeamento o cartão *kanban* laranja (produto intermédio) do produto que pretende produzir e o contentor vazio referente ao mesmo produto, colocando-lhe o cartão. Quando a quantidade produzida atingir a capacidade do contentor, o contentor é colocado na respetiva zona de *stock*, estando disponível para ser utilizado no processo seguinte (cliente).



**Figura 5.13 – Fluxo dos cartões *kanban* no processo Rollerprofiler**

## ii. Processo Bending e Clinching rear

No processo Bending e Clinching rear estão envolvidos quatro produtos intermédios, quatro produtos acabados, as *brackets* e as porcas. Em termos de *inputs* do processo consideram-se os contentores abastecidos dos quatro produtos intermédios (Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R), os contentores vazios onde vão ser colocados os produtos acabados, as *brackets* e as porcas. Como *outputs* do processo são considerados os contentores vazios dos quatro produtos intermédios e os contentores abastecidos dos quatro produtos acabados, Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR, figura 5.14.

O operador retira do quadro de planeamento o cartão *kanban* do produto que pretende produzir (cartão *kanban* azul, produto acabado), e retira o contentor vazio da zona de *stock*, anexando-lhe o

cartão *kanban*. Quando o contentor estiver abastecido da quantidade de produto correspondente à capacidade do contentor, é colocado na respetiva zona de *stock*.

Por outro lado, o operador retira o contentor abastecido de produto intermédio que pretende colocar como *input* do processo, e a esse contentor já está associado um cartão *kanban* laranja. Só após o consumo de todas as unidades do contentor de produto intermédio é que o operador retira o cartão *kanban* laranja do contentor, colocando-o no quadro de planeamento, repondo o contentor vazio do produto intermédio na respetiva zona de *stock*.

De realçar ainda que neste processo são usadas *brackets* e *porcas* que estão em contentores distintos e provenientes de um fornecedor que não está incluído no presente estudo de implementação de um sistema *kanban* e, por isso, não têm nenhum cartão *kanban* associado.

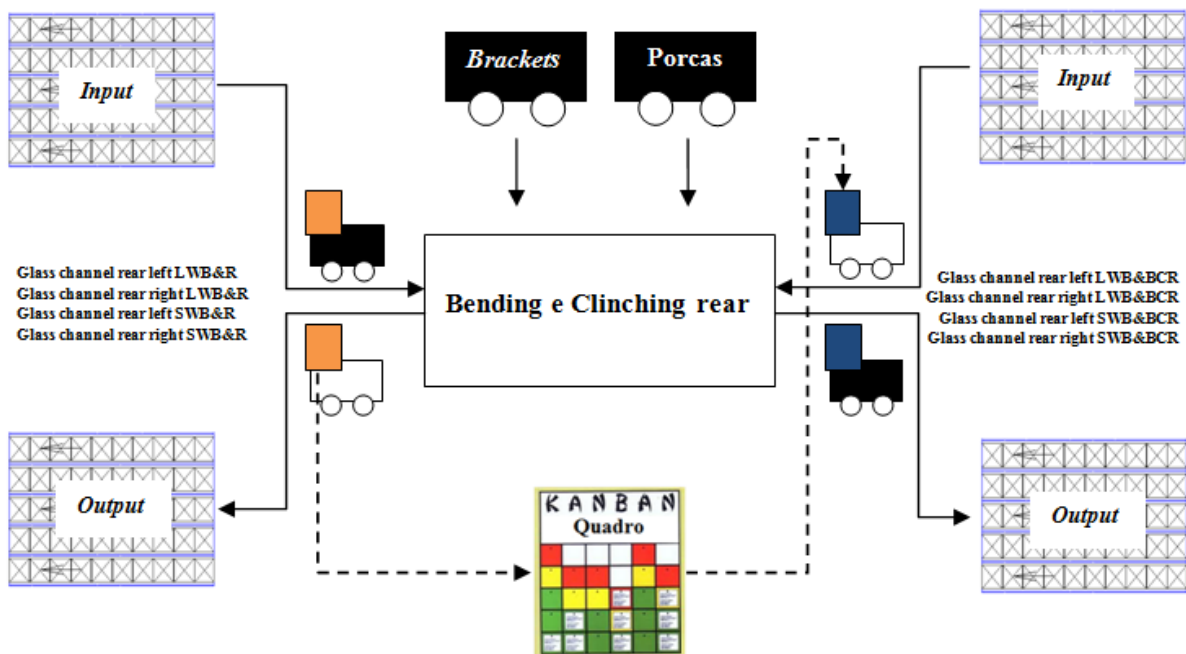


Figura 5.14 – Fluxo dos cartões *kanban* no processo Bending e Clinching rear

### iii. Processo Bending e Clinching front

No processo Bending e Clinching front estão envolvidos dois produtos intermédios e dois produtos acabados. Em termos de *inputs* do processo consideram-se os contentores abastecidos dos dois produtos intermédios (Glass channel front left&R e Glass channel front right&R) e os contentores vazios onde vão ser colocados os produtos acabados. Como *outputs* do processo são considerados os contentores vazios dos dois produtos intermédios e os contentores abastecidos dos dois produtos acabados, Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF, figura 5.15.



O operador retira do quadro de planeamento o cartão *kanban* do produto que pretende produzir (cartão *kanban* azul, produto acabado), e retira o contentor vazio da zona de *stock*, anexando-lhe o cartão *kanban*. Quando o contentor estiver abastecido da quantidade de produto correspondente à capacidade do contentor, é colocado na respetiva zona de *stock*.

Por outro lado, o operador retira o contentor abastecido de produto intermédio que pretende colocar como *input* do processo, e a esse contentor já está associado um cartão *kanban* laranja. Só após o consumo de todas as unidades do contentor de produto intermédio é que o operador retira o cartão *kanban* laranja do contentor, colocando-o no quadro de planeamento, repondo o contentor vazio do produto intermédio na respetiva zona de *stock*.

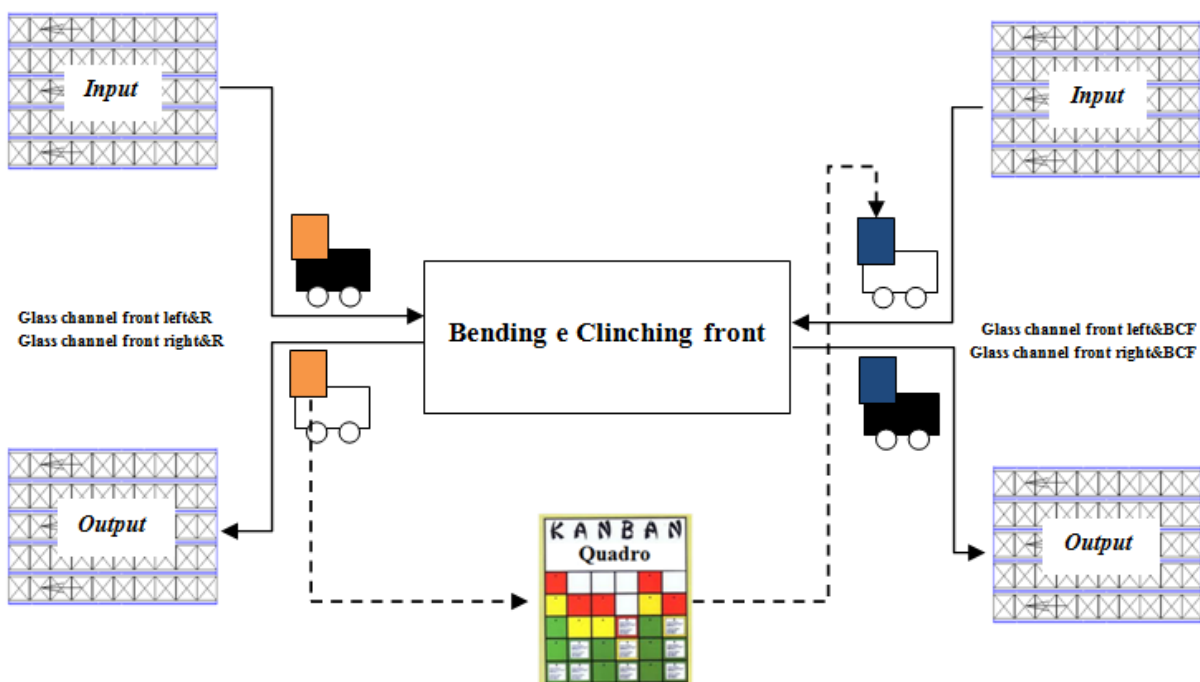


Figura 5.15 – Fluxo dos cartões *kanban* no processo Bending e Clinching front

#### iv. Processo Static Welding

No processo Static Welding estão envolvidos dez produtos intermédios, dois produtos acabados, *brackets* e parafusos. Em termos de *inputs* do processo consideram-se os contentores abastecidos dos seis produtos intermédios (Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R), os contentores vazios onde vão ser colocados os produtos produzidos neste processo, as *brackets* e os parafusos. Como *outputs* do processo são considerados os contentores vazios dos seis produtos intermédios referidos anteriormente, e os contentores abastecidos de quatro produtos intermédios (Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left

LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW) e os contentores abastecidos de dois produtos acabados (Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW), figura 5.16.

O operador retira do quadro de planeamento o cartão *kanban* do produto que pretende produzir (pode ser cartão *kanban* laranja (produto intermédio) ou cartão *kanban* azul (produto acabado)), e retira o contentor vazio da zona de *stock*, anexando-lhe o cartão *kanban*. Quando o contentor estiver abastecido da quantidade de produto correspondente à capacidade do contentor, é colocado na respetiva zona de *stock*.

Por outro lado, o operador retira o contentor abastecido de produto intermédio que pretende colocar como *input* do processo, e a esse contentor já está associado um cartão *kanban* laranja. Só após o consumo de todas as unidades do contentor de produto intermédio é que o operador retira o cartão *kanban* laranja do contentor, colocando-o no quadro de planeamento, repondo o contentor vazio do produto intermédio na respetiva zona de *stock*.

De realçar ainda que neste processo são usadas *brackets* e parafusos que estão em contentores distintos e provenientes de um fornecedor que não está incluído no presente estudo de implementação de um sistema *kanban* e, por isso, não tem nenhum cartão *kanban* associado.

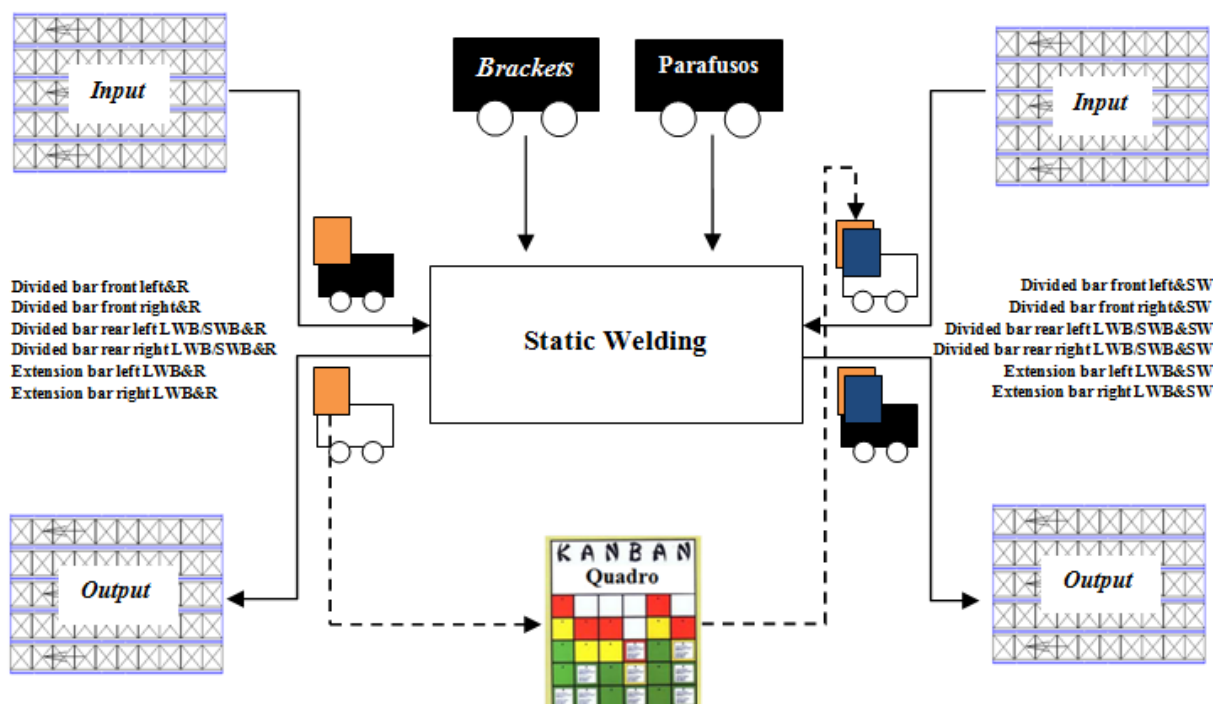


Figura 5.16 – Fluxo dos cartões *kanban* no processo *Static Welding*

## v. Processo Painting

No processo Painting estão envolvidos oito produtos, em que quatro deles são intermédios e representam o *input* no processo, enquanto os outros quatro são acabados e representam o *output* do processo, como se pode observar na figura 5.17. Na análise da figura 5.17, observa-se que este processo é exclusivamente diferente de todos os outros, visto que neste caso o processo não se efetua dentro da organização, mas sim a partir de um fornecedor/cliente (Salvador Caetano). Deste modo, verifica-se que os quatro produtos intermédios que são o *input* do processo são transportados para uma organização fornecedora/cliente que, posteriormente, os transporta de novo para a organização. No entanto, esses produtos já vêm transformados do fornecedor/cliente, o que indica a chegada à organização de um novo produto, neste caso um produto acabado.

O processo começa com o operador a retirar um contentor abastecido de produto intermédio que se pretende colocar para transporte para o fornecedor/cliente e, esse contentor, já está associado a um cartão *kanban* laranja. No entanto, antes de contentor ser colocado no camião é lhe retirado o cartão *kanban* laranja e este é colocado no quadro de planeamento, visto que o cartão se poderia perder durante o transporte entre organização e fornecedor/cliente. Seguidamente é colocado o contentor no camião e este é transportado para o fornecedor/cliente.

Entretanto, quando chegam camiões do fornecedor/cliente à organização com os produtos acabados, esse contentores são lhes colocados cartões *kanban* azuis e colocados na respetiva zona de *stock*.

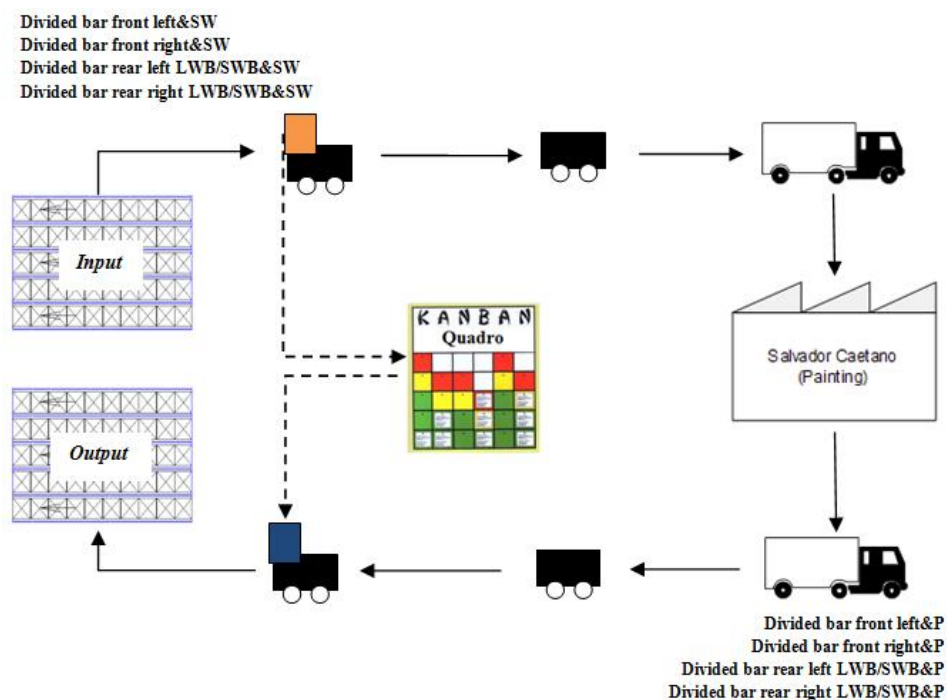


Figura 5.17 – Fluxo dos cartões *kanban* no processo Painting

#### vi. Expedição – produtos acabados

Na expedição dos produtos acabados para o cliente Ford é também importante analisar os fluxos dos cartões *kanban*. Neste caso estão envolvidos todos os produtos acabados (doze), em que todos eles são o *input*, como se pode observar na figura 5.18. Neste caso, o operador retira os contentores abastecidos com produtos acabados da zona de *stock* e todos estes contentores têm um cartão *kanban* azul associado. Antes de colocar os contentores no camião, o operador retira os cartões *kanban* azuis dos contentores e coloca-os na posição correta do quadro de planeamento, permitindo assim condições para colocar os contentores no camião e estes seguirem para o cliente Ford.

Por outro lado, é importante referir que sempre que um camião leva contentores de produtos acabados para o cliente Ford, traz também contentores vazios dos mesmos produtos (*output*) para a organização, tornando este fluxo de contentores cíclico.

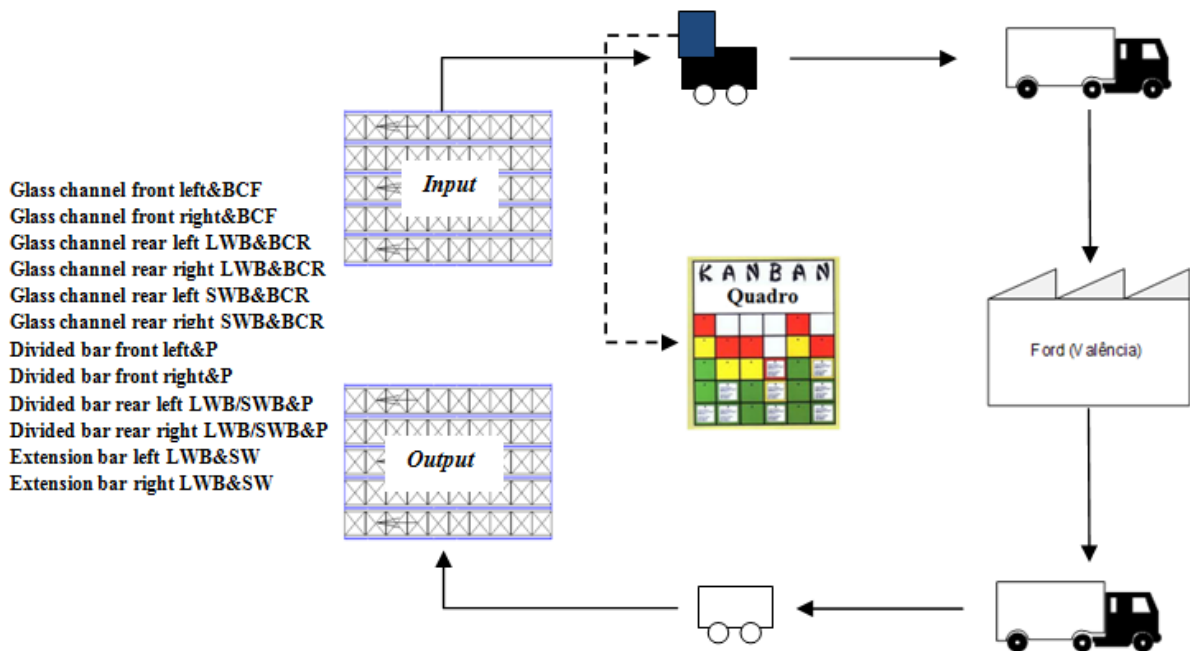


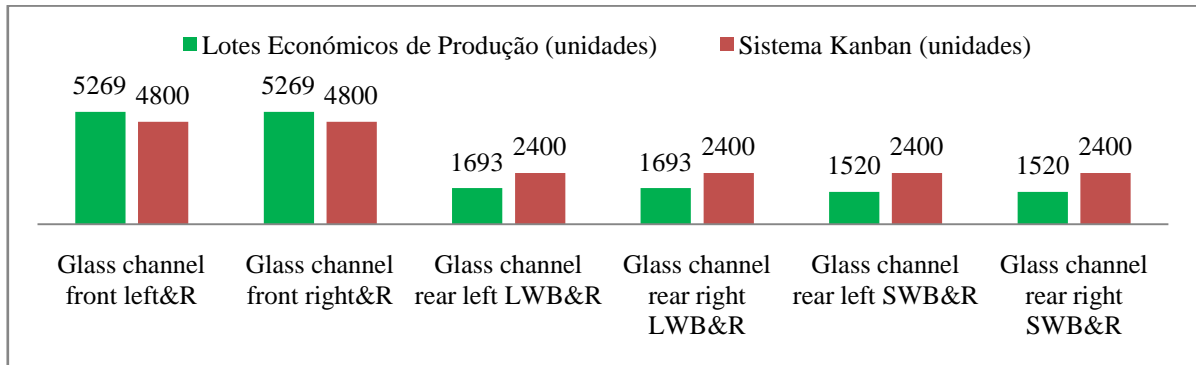
Figura 5.18 – Fluxo dos cartões *kanban* dos produtos acabados para o cliente Ford

### 5.4. Discussão de resultados

Após os estudos realizados de dimensionamento dos lotes económicos de produção e da implementação de um sistema *kanban* no presente sistema produtivo, é feita uma análise comparativa com base no nível máximo de *stock* dos produtos de cada processo, de modo a verificar qual das metodologias é mais eficiente e eficaz, nomeadamente, qual a que envolve menos superprodução.

**i. Processo Rollerprofiler**

Foi efetuado o estudo dos lotes económicos de produção e o estudo da implementação do sistema *kanban* para os doze produtos do cliente Ford no processo Rollerprofiler. Para os produtos Glass channel front left&R e Glass channel front right&R, verifica-se que o nível máximo de *stock* apresenta valores superiores utilizando a metodologia dos lotes económicos comparativamente com o sistema *kanban*, figura 5.19.

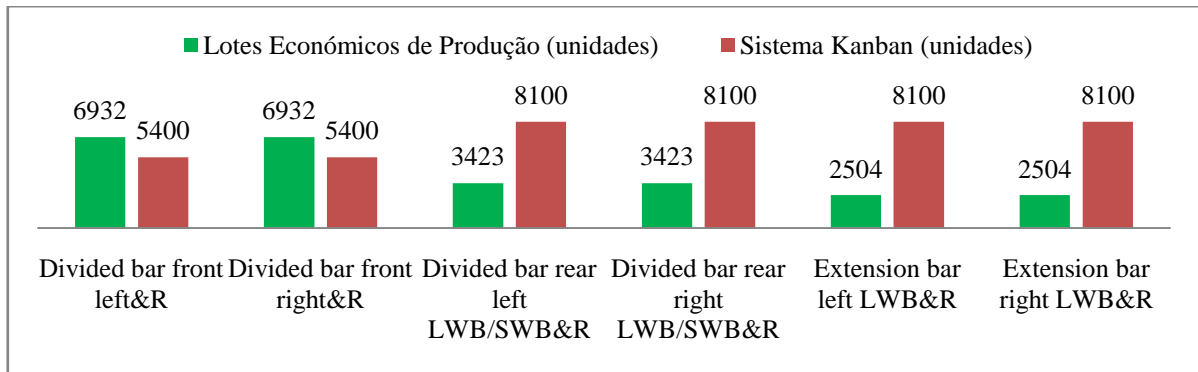


**Figura 5.19 – Nível máximo de *stock* para os produtos Glass channel front left&R, Glass channel front right&R, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R**

Relativamente aos restantes produtos do gráfico da figura 5.19, Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R, apresentam um nível máximo de *stock* superior utilizando o sistema *kanban*. Isto deve-se ao facto dos contentores usados para estes produtos apresentarem uma capacidade superior à respetiva procura semanal.

Na figura 5.20 estão representados os dados relativamente aos produtos das Divided bars e às Extension bars, na qual se verifica que para os produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right &R o nível máximo de *stock* é superior utilizando a metodologia dos lotes económicos de produção em comparação com o sistema *kanban*.

No entanto, ao observarmos na figura 5.20, os produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R apresentam um nível máximo de *stock* bastante superior no caso do sistema *kanban* em comparação com o caso dos lotes económicos de produção. Isto deve-se, tal como no caso anterior, à capacidade dos contentores para estes quatro produtos ser bastante superior à respetiva procura semanal, provocando sobreprodução.



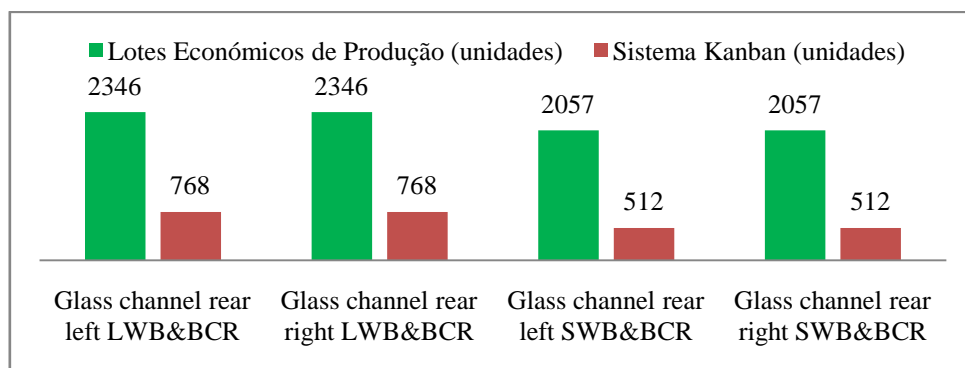
**Figura 5.20 – Nível máximo de *stock* para os produtos Divided bar front left&R, Divided bar front right&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R**

Deste modo, teria todo o interesse para a organização diminuir a capacidade dos contentores dos produtos em que o nível máximo de *stock* é bastante superior no caso do sistema *kanban* em comparação com o caso dos lotes económicos de produção permitindo, assim, um melhor funcionamento do sistema *kanban* que se pretende implementar.

## ii. Processo Bending e Clinching rear

Para os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR no processo Bending e Clinching rear, o nível máximo de *stock* apresenta valores superiores utilizando os lotes económicos de produção, figura 5.21.

No sistema *kanban* está a ser considerada a produção para dois dias o que implica um nível máximo de *stock* inferior em comparação com o obtido pela determinação dos lotes económicos de produção.

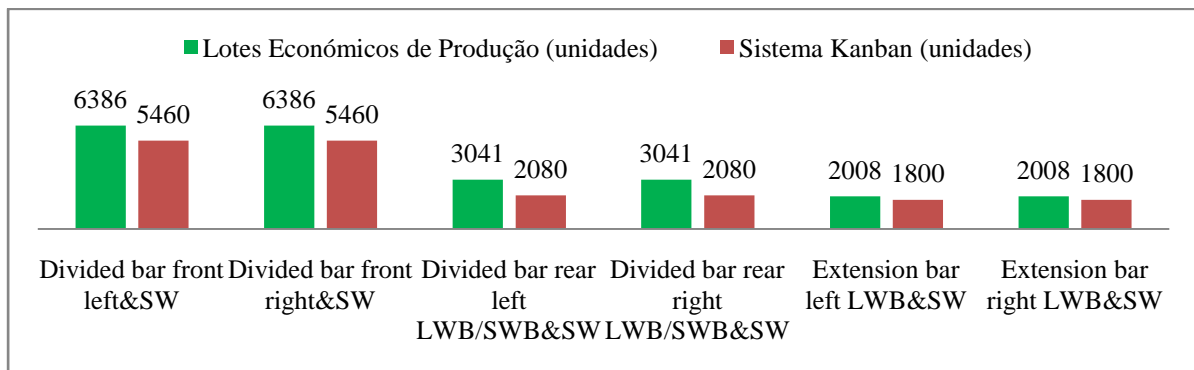


**Figura 5.21 – Nível máximo de *stock* para os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR**

### iii. Processo Static Welding

Para os produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW no processo Static Welding, o nível máximo de *stock* apresenta valores superiores utilizando os lotes económicos de produção, figura 5.22.

No sistema *kanban* está a ser considerada a produção semanal o que implica um nível máximo de *stock* inferior em comparação com o obtido pela determinação dos lotes económicos de produção.

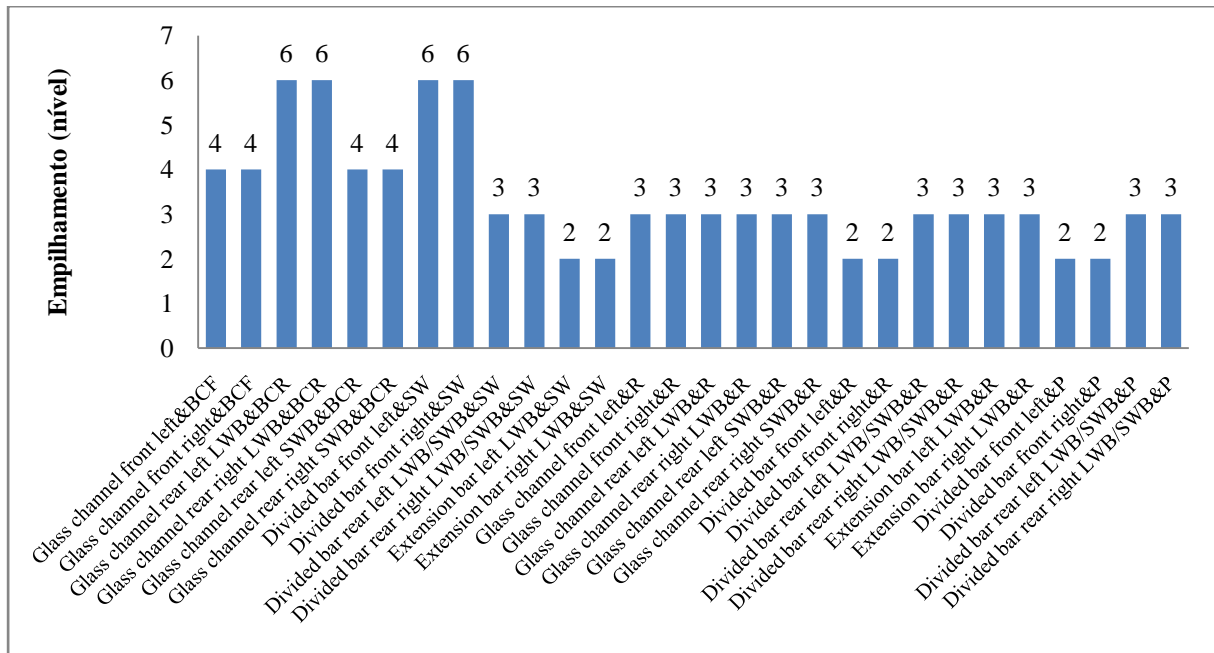


**Figura 5.22 – Nível máximo de *stock* para os produtos Divided bar front left&SW, Divided bar front right&SW, Divided bar rear left LWB/SWB&SW, Divided bar rear right LWB/SWB&SW, Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW**

No entanto, apesar de se considerar no sistema *kanban* a produção para dois dias para os produtos no processo Bending e Clinching rear e a produção semanal para os produtos no processo Static Welding, existe ainda um constrangimento relacionado com o espaço a utilizar pelos produtos no armazém.

Como se pode observar no gráfico da figura 5.23, utilizando o sistema *kanban*, os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW, apresentam um nível de empilhamento de fator 6, valor superior ao nível de empilhamento admissível (fator 4) considerado pela organização. De referir que na prática o nível de empilhamento consiste na sobreposição dos contentores de um mesmo produto.

Relativamente aos restantes produtos no sistema produtivo verifica-se que não apresentam valores superiores ao nível de empilhamento admissível, não havendo assim constrangimento de espaço para estes produtos. Assim, utilizando o sistema *kanban*, para os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW não existe espaço suficiente para armazenar o nível de *stock* máximo destes produtos.



**Figura 5.23 – Nível de empilhamento dos produtos utilizando o sistema *kanban***



## 6. CONCLUSÕES

---

O presente capítulo apresenta as conclusões finais do estudo realizado tendo em conta se os objetivos propostos inicialmente foram atingidos e, ainda, propõe abordagens futuras que permitem tornar o sistema produtivo mais eficiente.

### 6.1. Conclusões do estudo de caso

O presente estudo tem como finalidade conceber um sistema produtivo eficiente e eficaz, com base num sistema *kanban*, no sistema produtivo. Foram efetuados dois estudos: i) o cálculo do lote económico dos produtos e ii) a implementação do sistema *kanban* no sistema produtivo. Depois foi necessário avaliar qual dos dois planeamentos da produção se adequa melhor a cada produto. Para tomar a decisão de qual seleccionar é necessário analisar algumas variáveis e constrangimentos relevantes nomeadamente, o tempo de *setup* elevado em alguns processos, a capacidade excessiva dos contentores de alguns produtos ou, ainda, a restrição de espaço no sistema produtivo para os contentores dos produtos.

Os lotes económicos de produção implicam produções por lote geralmente superiores comparativamente com o sistema *kanban*. Por outro lado, o sistema *kanban* é uma metodologia *lean*, ou seja, uma metodologia magra que pretende reduzir desperdícios. Por isso, à partida, a implementação de um sistema *kanban* seria o adequado.

No entanto, todos os processos envolvidos no sistema produtivo estudado são novos para a organização, o que indica que os colaboradores não se sentem ainda familiarizados com os processos. A acrescentar a isto, existe ainda outro conjunto de constrangimentos que são importantes referir.

Por exemplo, um dos principais constrangimentos é o tempo de *setup* elevado em diversos processos, como o processo Rollerprofiler, Bending e Clinching rear e Static Welding, o que para implementar um sistema *kanban* é uma desvantagem. A elevada capacidade dos contentores em alguns produtos, como os dos produtos Glass channel rear left LWB&R, Glass channel rear right LWB&R, Glass channel rear left SWB&R, Glass channel rear right SWB&R, Divided bar rear left LWB/SWB&R, Divided bar rear right LWB/SWB&R, Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R, revela-se também um constrangimento.

Outro constrangimento está relacionado com o espaço a utilizar pelos contentores, sendo reduzido em alguns casos, ou seja, utilizando o sistema *kanban*, os produtos Glass channel rear left LWB&BCR, Glass channel rear right LWB&BCR, Divided bar front left&SW e Divided bar front

right&SW apresentam um nível de empilhamento superior ao admissível. Assim, o armazém não apresenta capacidade em termos de espaço para armazenar o nível máximo de *stock* dos quatro produtos anteriormente referidos.

Ainda de realçar, que com a implementação do sistema *kanban* já existe restrição de área de armazenamento dos contentores para alguns produtos, com o lote económico de produção essa situação agravar-se-ia.

É de referir que com o arranque do sistema produtivo (designado também por “*rump up*”) a procura na fase inicial de produção não é constante durante algumas semanas o que provoca alguma incerteza no funcionamento do sistema *kanban*.

Deste modo, e apesar de se identificarem diversos constrangimentos, conclui-se assim que o planeamento da produção mais adequado seria o sistema *kanban*, mas teria de se combater muitos dos constrangimentos encontrados para melhorar o seu funcionamento.

## 6.2. Trabalho Futuro

De acordo com o que foi referido na secção 6.1, o trabalho futuro passa por combater alguns dos constrangimentos de modo a tornar mais eficiente a implementação do sistema *kanban*:

- Utilizar a metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) nos processos com tempos de *setup* – é uma metodologia que permite reduzir os elevados tempos de *setup* a que alguns dos processos estão sujeitos;
- Reduzir a capacidade dos contentores para alguns produtos – fazer um fundo “falso” aos contentores com capacidades elevadas, reduzindo assim a quantidade de unidades desses contentores. Esta técnica é bastante simples e com custos baixos associados, sendo uma melhor opção comparativamente com a opção da compra de novos contentores com capacidades mais reduzidas.
- Implementar um sistema de *kanban* eletrónico – facilita na gestão visual da produção para os operadores e permite que os cartões *kanban* em formato papel não sejam extraviados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

- Aghajani, M., Keramati, A., & Javadi, B. (2012). Determination of number of kanban in a cellular manufacturing system with considering rework process. *Springer-Verlag*.
- Bacioiu, G. M. (2009). *Pull Principles and Kanban*. Obtido em 3 de Junho de 2013, de Lean Thinking Series, Else Inc.: [http://members.peo.on.ca/index.cfm/document/1/ci\\_id/36727/la\\_id/1](http://members.peo.on.ca/index.cfm/document/1/ci_id/36727/la_id/1)
- Castro, J. G., & Pizzolato, N. D. (2005). *A programação de lotes económicos de produção (ELSP) com tempos e custos de setup dependentes da sequência: um estudo de caso*. Departamento de Engenharia Industrial PUC-Rio. Rio de Janeiro: Revista Gestão Industrial.
- Chase, R. B., Aquilano, N. J., & Jacobs, F. R. (1998). *Production and Operations Management - Manufacturing and Services*. McGraw-Hill.
- Cheng, T., & Podolsky, S. (1996). *Just-In-Time Manufacturing - An Introduction* (Second Edition ed.). London: Chapman & Hall.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin, C. (1997). *Gestão da Produção*. Lisboa: Lidel.
- Cross, J. M., & Mcinnis, K. R. (2003). *Kanban Made Simple: demystifying and applying Toyota's legendary manufacturing process*. AMACOM.
- Development Team, T. (2002). *Kanban for the Shopfloor*. New York: Productivity Press.
- Donatelli, M. F. (2008). *Implementação de um sistema Kanban em uma fábrica de pneus de grandes dimensões*. Trabalho de Formatura, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo.
- FPF, S. G. (23 de Setembro de 2012). *Método do Ponto de Encomenda*. Obtido em 4 de Junho de 2013, de Gestão de Stocks - Workshop: [http://workshop.fpfistemas.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=246&Itemid=270](http://workshop.fpfistemas.com/index.php?option=com_content&view=article&id=246&Itemid=270)
- Fu, K.-E., Chen, W.-Z., Hung, L.-C., & Peng, S. (2012). *An ABC Analysis Model for the Multiple Products - Inventory Control - A Case Study of Company X*. Proceedings of the Asia Pacific Industrial Engineering & Management Systems Conference 2012.
- Guild, D. (1990). *Capacity-Based Lot Sizing*. Obtido em 4 de Junho de 2013, de Synchronous Management: <http://www.synchronousmanagement.com/capacitylotsizing.pdf>
- Guimarães, L. F., & Falsarella, O. M. (2008). *Uma análise da metodologia Just-In-Time e do sistema Kanban de produção sob o enfoque da ciência da informação*.
- Junior, M. L. (2010). *Variations of the kanban system: Literature review and classification*. Elsevier.
- LeanExperience. (2008). Obtido em 5 de Setembro de 2013, de Lean Principle: <http://www.leanexperience.com.au/>
- Lubben, R. T. (1989). *Just-In-Time - Uma Estratégia Avançada de Produção* (2º Edição ed.). São Paulo: McGraw-Hill.
- Martinich, J. S. (1997). *Production and Operations Management*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Neves, P. J. (2009). *Abastecimento de peças a uma linha de montagem final*. Dissertação de Mestrado em Engenharia e Gestão Industrial, Universidade de Aveiro, Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial, Aveiro.

- Pinto, J. P. (Setembro de 2009). *Lean Thinking - Introdução ao pensamento Magro*. Obtido em 25 de Março de 2013, de Slideshare: [http://www.slideshare.net/Comunidade\\_Lean\\_Thinking/pensamento-lean](http://www.slideshare.net/Comunidade_Lean_Thinking/pensamento-lean)
- Rathje, M. S., Boyle, T. A., & Deflorin, P. (2008). Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business Horizons - Elsevier* .
- Roach, B. (2005). Origin of the Economic Order Quantity Formula. *Management Decision* , 43 (9), pp. 1262-1268.
- Schnellecke. (2010). Acolhimento ao Colaborador 2013 - Empresas do Grupo Schnellecke. *Manual de Acolhimento* , pp. 4-16.
- Schnellecke Portugal*. (2008). Obtido em 13 de Junho de 2013, de Filosofia, desenvolvimento e serviços da Schnellecke Portugal: <http://www.schnellecke.pt/html/pt/empresa.php>
- Smalley, A. (2004). *Creating Level Pull*. Cambridge: The lean Enterprise Institute.
- Staats, B. R., Brunner, D. J., & Upton, D. M. (2010). Lean principles, learning, and knowledge work: Evidence from a software services provider. *Journal of Operations Management* .
- Standard, C., & Davis, D. (1999). *Running Today's Factory - A proven Strategy for Lean Manufacturing*. Society of Manufacturing Engineers.
- Strategos. (2013). *Lean Manufacturing History* . Obtido em Setembro de 2013, de Strategos Lean Manufacturing—Information-Training-Consulting: <http://www.strategosinc.com/>
- Thun, J. H., Druke, M., & Grubner, A. (2010). Empowering Kanban through TPS-principles – an empirical analysis of the Toyota Production System. *International Journal of Production* .
- Waller, D. L. (1999). *Operations Management - A supply Chain Approach* (First Edition ed.). London: International Thomsom Business Press.
- Yasarcan, H. (2011). Stock management in the presence of significant measurement delays. *System Dynamics Review* .

## ANEXOS

### A.I. Layout do sistema produtivo

Na figura A.1 está apresentado o *layout* do sistema produtivo, concretamente os processos Rollerprofiler, Bending e Clinching rear, Bending e Clinching front e Static Welding.

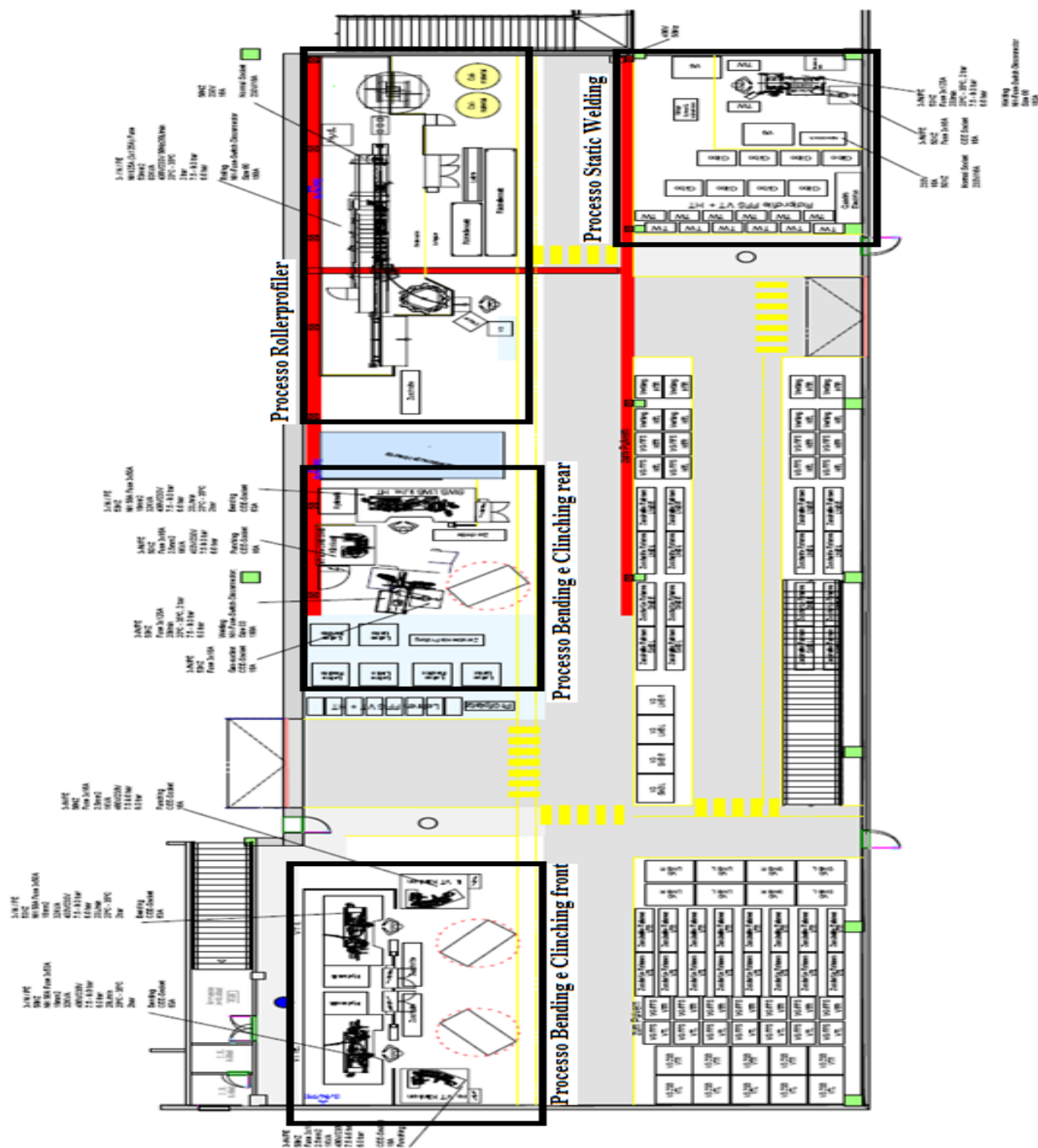


Figura A.1 – Layout do sistema produtivo

## A.I.1. Processo Rollerprofiler

Na figura A.2 está apresentado o *layout* do processo Rollerprofiler. Este processo é composto por um equipamento de tensão, uma máquina perfiladora, um equipamento de corte e um processo de extensão.

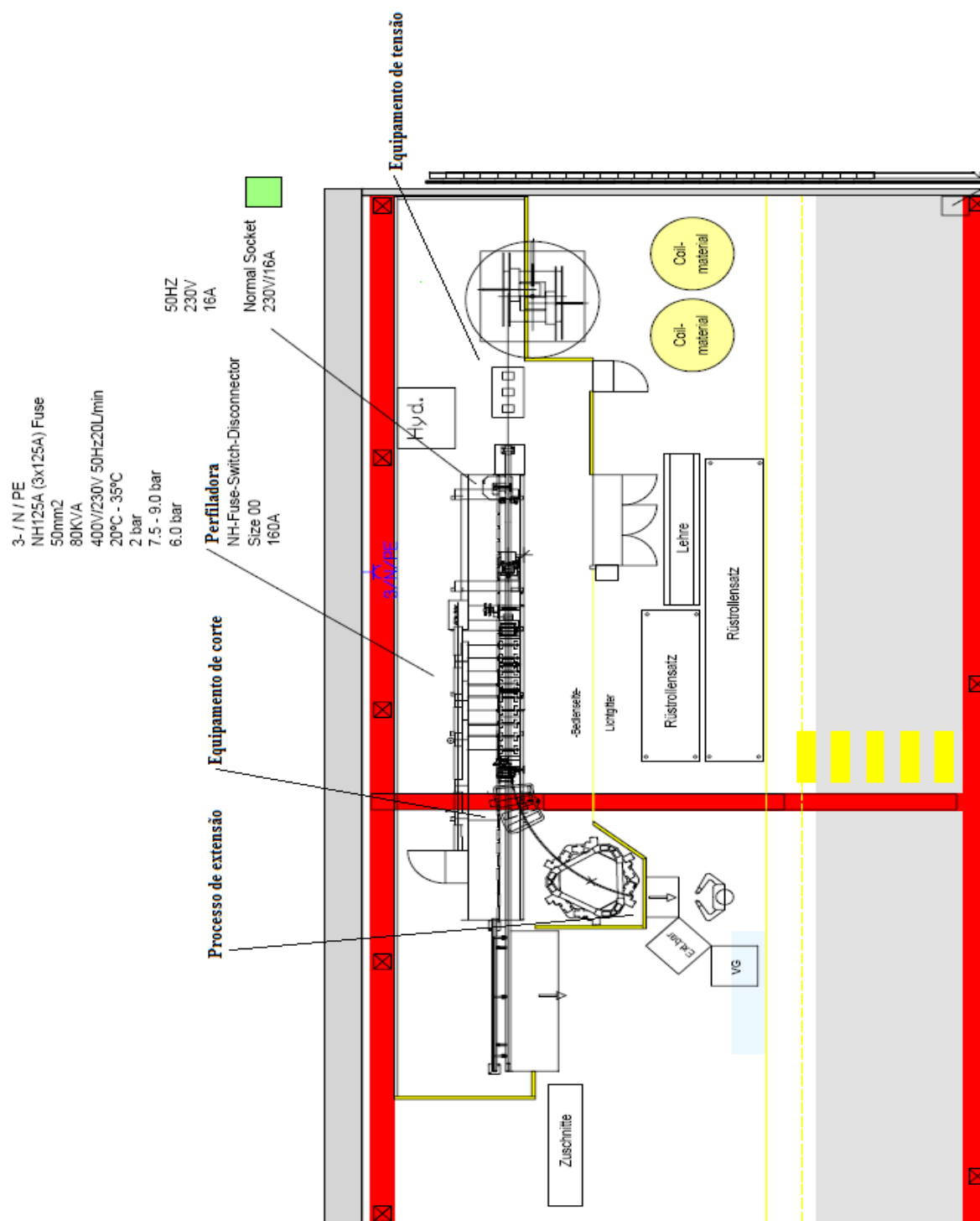


Figura A.2 – Layout do processo Rollerprofiler

## A.I.2. Processo Bending e Clinching rear

Na figura A.3 está apresentado o *layout* do processo Bending e Clinching rear. Este processo é composto por um equipamento de dobragem, corte e soldadura.

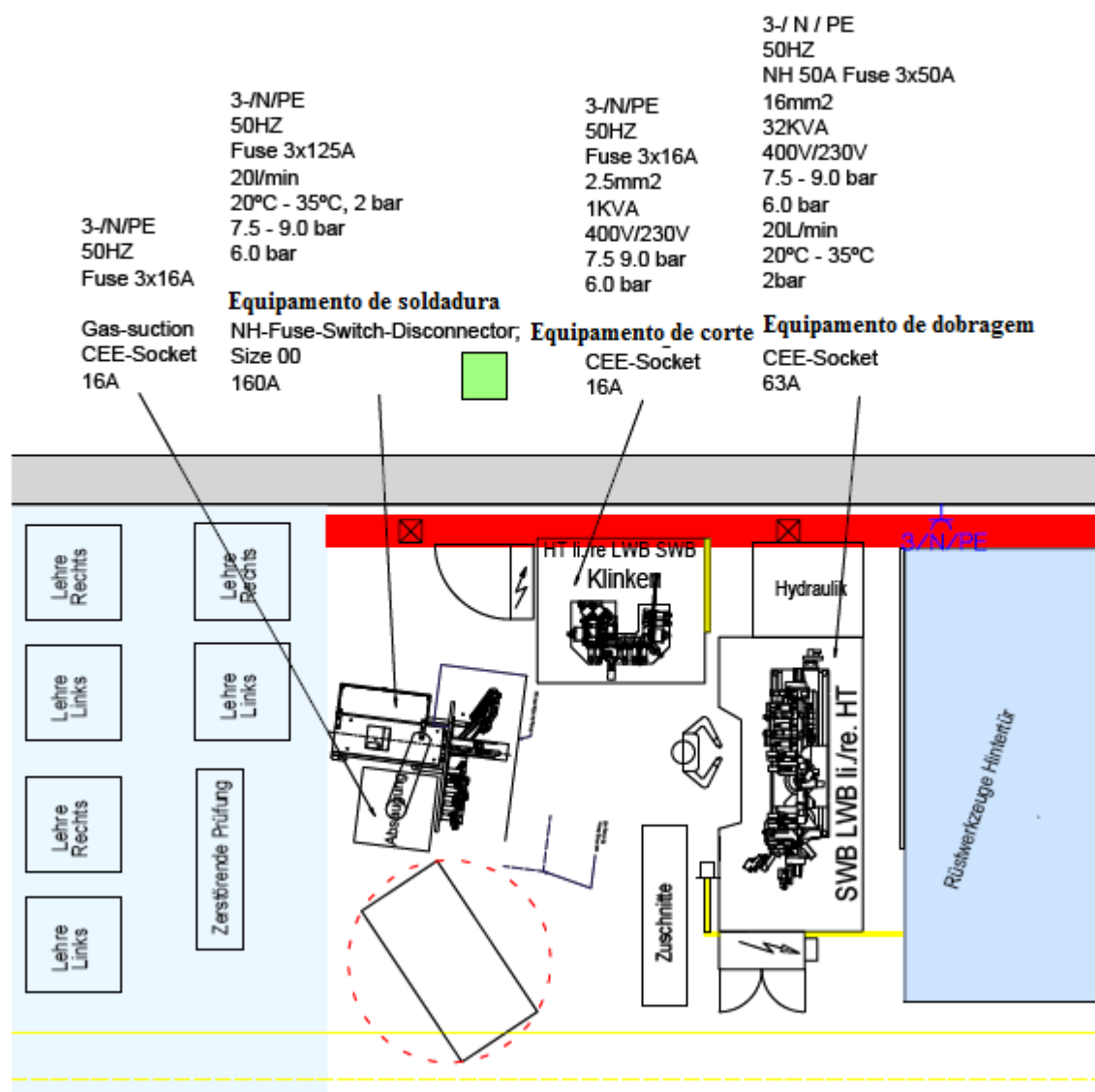


Figura A.3 – Layout do processo Bending e Clinching rear

### A.I.3. Processo Bending e Clinching front

Na figura A.4 está apresentado o *layout* do processo Bending e Clinching front. Este processo subdivide-se em dois subprocessos: Bending e Clinching front left e Bending e Clinching front right. O subprocesso Bending e Clinching front left é composto por um equipamento de dobragem e de corte. O subprocesso Bending e Clinching front right é composto também por um equipamento de dobragem e de corte.

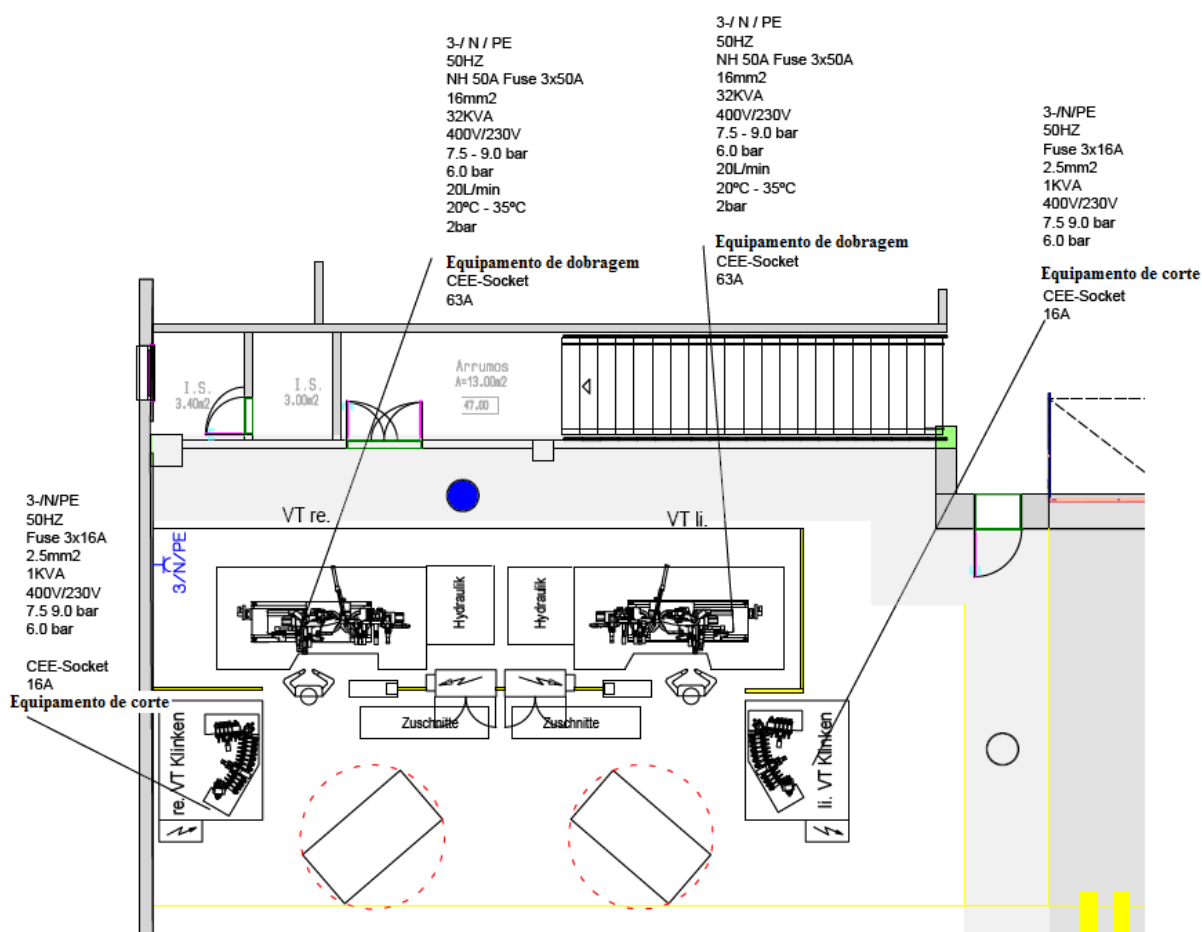
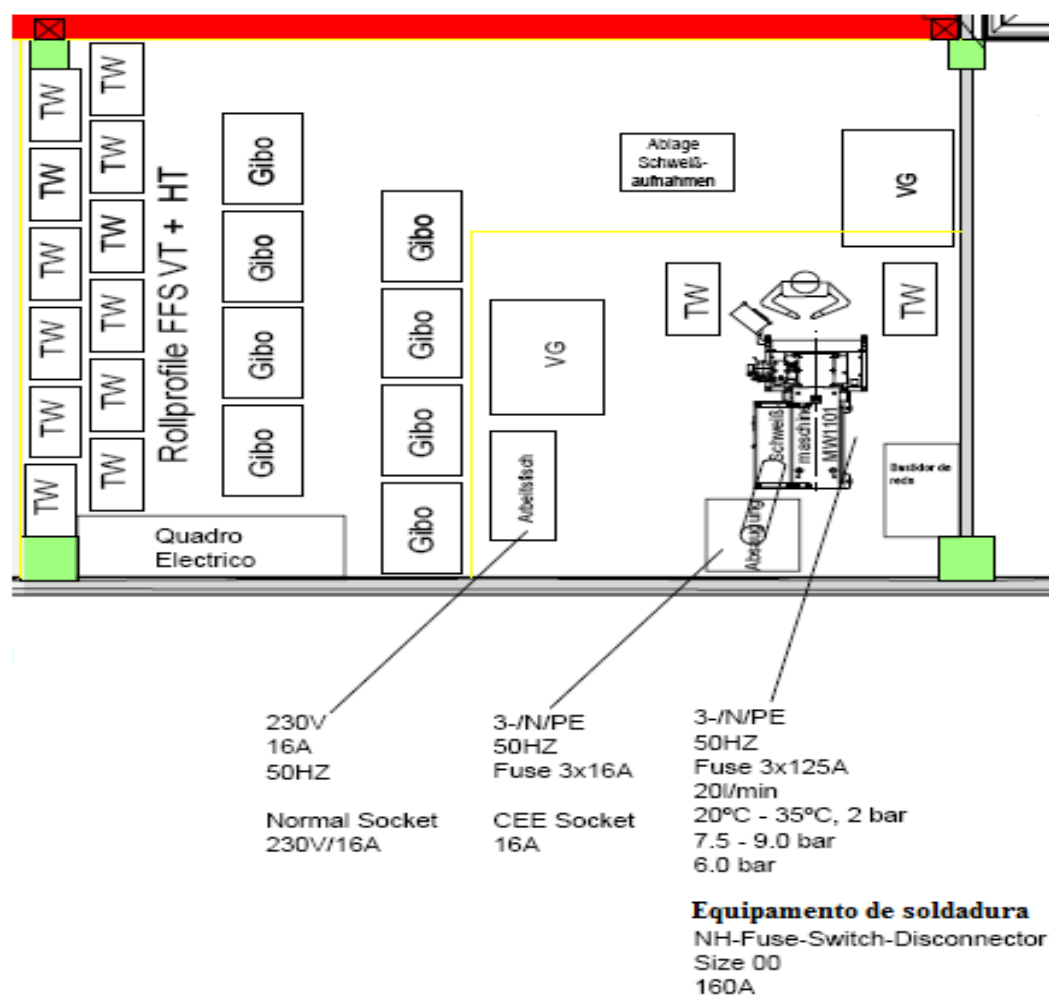


Figura A.4 – Layout do processo Bending e Clinching front



### A.I.3. Processo Static Welding

Na figura **A.5** está apresentado o *layout* do processo Static Welding. Este processo é composto por um equipamento de soldadura e por um processo de colocação de parafusos.



**Figura A.5 – *Layout* do processo Static Welding**

## A.II. Dados da análise de sensibilidade

Na tabela A.1 estão apresentados os dados para efetuar a análise de sensibilidade (2 dias) em torno do lote económico de produção dos produtos.

**Tabela A.1 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (2 dias)**

		ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (2 dias)			
Produto	Processo	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	%Q	%CT
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	342	151 272	-85%	2,67%
Glass channel rear right LWB&BCR		342	151 272	-85%	2,67%
Glass channel rear left SWB&BCR		238	92 823	-88%	4,76%
Glass channel rear right SWB&BCR		238	92 823	-88%	4,76%
Divided bar front left&SW	Static Welding	1 548	239 527	-76%	0,64%
Divided bar front right&SW		1 548	239 527	-76%	0,64%
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		580	120 807	-81%	1,45%
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		580	120 807	-81%	1,45%
Extension bar left LWB&SW		342	94 245	-83%	1,97%
Extension bar right LWB&SW		342	94 245	-83%	1,97%
Glass channel front left&R	Rollerprofiler	1 548	308 063	-71%	0,48%
Glass channel front right&R		1 548	308 063	-71%	0,48%
Glass channel rear left LWB&R		342	138 670	-80%	1,37%
Glass channel rear right LWB&R		342	138 670	-80%	1,37%
Glass channel rear left SWB&R		238	83 584	-84%	2,58%
Glass channel rear right SWB&R		238	83 584	-84%	2,58%
Divided bar front left&R		1 548	176 816	-78%	1,02%
Divided bar front right&R		1 548	176 816	-78%	1,02%
Divided bar rear left LWB/SWB&R		580	98 131	-83%	2,12%
Divided bar rear right LWB/SWB&R		580	98 131	-83%	2,12%
Extension bar left LWB&R		342	64 402	-86%	3,54%
Extension bar right LWB&R		342	64 402	-86%	3,54%

Na tabela A.2 estão apresentados os dados para efetuar a análise de sensibilidade para 1 semana em torno do lote económico de produção dos produtos.

**Tabela A.2 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (1 semana)**

		ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (1 semana)			
Produto	Processo	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	%Q	%CT
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	856	148 210	-64%	0,59%
Glass channel rear right LWB&BCR		856	148 210	-64%	0,59%
Glass channel rear left SWB&BCR		594	89 697	-71%	1,23%
Glass channel rear right SWB&BCR		594	89 697	-71%	1,23%
Divided bar front left&SW	Static Welding	3 871	238 176	-39%	0,07%
Divided bar front right&SW		3 871	238 176	-39%	0,07%
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		1 451	119 367	-52%	0,24%
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		1 451	119 367	-52%	0,24%
Extension bar left LWB&SW		856	92 776	-57%	0,38%
Extension bar right LWB&SW		856	92 776	-57%	0,38%
Glass channel front left&R	Rollerprofiler	3 871	306 675	-27%	0,03%
Glass channel front right&R		3 871	306 675	-27%	0,03%
Glass channel rear left LWB&R		856	137 080	-49%	0,21%
Glass channel rear right LWB&R		856	137 080	-49%	0,21%
Glass channel rear left SWB&R		594	81 922	-61%	0,54%
Glass channel rear right SWB&R		594	81 922	-61%	0,54%
Divided bar front left&R		3 871	175 266	-44%	0,13%
Divided bar front right&R		3 871	175 266	-44%	0,13%
Divided bar rear left LWB/SWB&R		1 451	96 487	-58%	0,41%
Divided bar rear right LWB/SWB&R		1 451	96 487	-58%	0,41%
Extension bar left LWB&R		856	62 714	-66%	0,82%
Extension bar right LWB&R		856	62 714	-66%	0,82%

Na tabela **A.3** estão apresentados os dados para efetuar a análise de sensibilidade para 2 semanas em torno do lote económico de produção dos produtos.

**Tabela A.3 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (2 semanas)**

		ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (2 semanas)			
Produto	Processo	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	%Q	%CT
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	1 712	147 419	-27%	0,05%
Glass channel rear right LWB&BCR		1 712	147 419	-27%	0,05%
Glass channel rear left SWB&BCR		1 189	88 799	-42%	0,22%
Glass channel rear right SWB&BCR		1 189	88 799	-42%	0,22%
Divided bar front left&SW	Static Welding	7 741	238 036	21%	0,01%
Divided bar front right&SW		7 741	238 036	21%	0,01%
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		2 901	119 079	-5%	0,00%
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		2 901	119 079	-5%	0,00%
Extension bar left LWB&SW		1 712	92 440	-15%	0,01%
Extension bar right LWB&SW		1 712	92 440	-15%	0,01%
Glass channel front left&R	Rollerprofiler	7 741	306 722	47%	0,04%
Glass channel front right&R		7 741	306 722	47%	0,04%
Glass channel rear left LWB&R		1 712	136 791	1%	0,00%
Glass channel rear right LWB&R		1 712	136 791	1%	0,00%
Glass channel rear left SWB&R		1 189	81 512	-22%	0,03%
Glass channel rear right SWB&R		1 189	81 512	-22%	0,03%
Divided bar front left&R		7 741	175 044	12%	0,00%
Divided bar front right&R		7 741	175 044	12%	0,00%
Divided bar rear left LWB/SWB&R		2 901	96 109	-15%	0,01%
Divided bar rear right LWB/SWB&R		2 901	96 109	-15%	0,01%
Extension bar left LWB&R		1 712	62 262	-32%	0,09%
Extension bar right LWB&R		1 712	62 262	-32%	0,09%

Na tabela **A.4** estão apresentados os dados para efetuar a análise de sensibilidade para 3 semanas em torno do lote económico de produção dos produtos.

**Tabela A.4 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (3 semanas)**

		ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (3 semanas)			
Produto	Processo	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	%Q	%CT
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	2 568	147 347	9%	0,00%
Glass channel rear right LWB&BCR		2 568	147 347	9%	0,00%
Glass channel rear left SWB&BCR		1 783	88 620	-13%	0,01%
Glass channel rear right SWB&BCR		1 783	88 620	-13%	0,01%
Divided bar front left&SW	Static Welding	11 612	238 248	82%	0,10%
Divided bar front right&SW		11 612	238 248	82%	0,10%
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		4 352	119 144	43%	0,05%
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		4 352	119 144	43%	0,05%
Extension bar left LWB&SW		2 568	92 456	28%	0,03%
Extension bar right LWB&SW		2 568	92 456	28%	0,03%
Glass channel front left&R	Rollerprofiler	11 612	307 162	120%	0,19%
Glass channel front right&R		11 612	307 162	120%	0,19%
Glass channel rear left LWB&R		2 568	136 896	52%	0,08%
Glass channel rear right LWB&R		2 568	136 896	52%	0,08%
Glass channel rear left SWB&R		1 783	81 496	17%	0,01%
Glass channel rear right SWB&R		1 783	81 496	17%	0,01%
Divided bar front left&R		11 612	175 215	68%	0,10%
Divided bar front right&R		11 612	175 215	68%	0,10%
Divided bar rear left LWB/SWB&R		4 352	96 124	27%	0,03%
Divided bar rear right LWB/SWB&R		4 352	96 124	27%	0,03%
Extension bar left LWB&R		2 568	62 203	3%	0,00%
Extension bar right LWB&R		2 568	62 203	3%	0,00%

Na tabela A.5 estão apresentados os dados para efetuar a análise de sensibilidade para 4 semanas em torno do lote económico de produção dos produtos.

**Tabela A.5 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (4 semanas)**

		ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (4 semanas)			
Produto	Processo	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	%Q	%CT
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	3 424	147 454	46%	0,08%
Glass channel rear right LWB&BCR		3 424	147 454	46%	0,08%
Glass channel rear left SWB&BCR		2 378	88 620	16%	0,01%
Glass channel rear right SWB&BCR		2 378	88 620	16%	0,01%
Divided bar front left&SW	Static Welding	15 483	238 548	142%	0,23%
Divided bar front right&SW		15 483	238 548	142%	0,23%
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		5 802	119 296	91%	0,18%
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		5 802	119 296	91%	0,18%
Extension bar left LWB&SW		3 424	92 560	71%	0,14%
Extension bar right LWB&SW		3 424	92 560	71%	0,14%
Glass channel front left&R	Rollerprofiler	15 483	307 701	194%	0,36%
Glass channel front right&R		15 483	307 701	194%	0,36%
Glass channel rear left LWB&R		3 424	137 100	102%	0,23%
Glass channel rear right LWB&R		3 424	137 100	102%	0,23%
Glass channel rear left SWB&R		2 378	81 578	56%	0,12%
Glass channel rear right SWB&R		2 378	81 578	56%	0,12%
Divided bar front left&R		15 483	175 485	123%	0,26%
Divided bar front right&R		15 483	175 485	123%	0,26%
Divided bar rear left LWB/SWB&R		5 802	96 238	69%	0,15%
Divided bar rear right LWB/SWB&R		5 802	96 238	69%	0,15%
Extension bar left LWB&R		3 424	62 243	37%	0,06%
Extension bar right LWB&R		3 424	62 243	37%	0,06%

Na tabela **A.6** estão apresentados os dados para efetuar a análise de sensibilidade para 5 semanas em torno do lote económico de produção dos produtos.

**Tabela A.6 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (5 semanas)**

		ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (5 semanas)			
Produto	Processo	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	%Q	%CT
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	4 280	147 633	82%	0,20%
Glass channel rear right LWB&BCR		4 280	147 633	82%	0,20%
Glass channel rear left SWB&BCR		2 972	88 693	45%	0,10%
Glass channel rear right SWB&BCR		2 972	88 693	45%	0,10%
Divided bar front left&SW	Static Welding	19 354	238 884	203%	0,37%
Divided bar front right&SW		19 354	238 884	203%	0,37%
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		7 253	119 483	139%	0,34%
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		7 253	119 483	139%	0,34%
Extension bar left LWB&SW		4 280	92 699	113%	0,29%
Extension bar right LWB&SW		4 280	92 699	113%	0,29%
Glass channel front left&R	Rollerprofiler	19 354	308 279	267%	0,55%
Glass channel front right&R		19 354	308 279	267%	0,55%
Glass channel rear left LWB&R		4 280	137 342	153%	0,40%
Glass channel rear right LWB&R		4 280	137 342	153%	0,40%
Glass channel rear left SWB&R		2 972	81 700	96%	0,26%
Glass channel rear right SWB&R		2 972	81 700	96%	0,26%
Divided bar front left&R		19 354	175 794	179%	0,43%
Divided bar front right&R		19 354	175 794	179%	0,43%
Divided bar rear left LWB/SWB&R		7 253	96 391	112%	0,31%
Divided bar rear right LWB/SWB&R		7 253	96 391	112%	0,31%
Extension bar left LWB&R		4 280	62 322	71%	0,19%
Extension bar right LWB&R		4 280	62 322	71%	0,19%

Na tabela A.7 estão apresentados os dados para efetuar a análise de sensibilidade para 6 semanas em torno do lote económico de produção dos produtos.

**Tabela A.7 – Dados para efetuar a análise de sensibilidade (6 semanas)**

		ANÁLISE DE SENSIBILIDADE (6 semanas)			
Produto	Processo	Q (unidades)	Custo anual Q (Eur)	%Q	%CT
Glass channel rear left LWB&BCR	Bending/Clinching rear	5 136	147 849	119%	0,34%
Glass channel rear right LWB&BCR		5 136	147 849	119%	0,34%
Glass channel rear left SWB&BCR		3 567	88 801	73%	0,22%
Glass channel rear right SWB&BCR		3 567	88 801	73%	0,22%
Divided bar front left&SW	Static Welding	23 224	239 236	264%	0,51%
Divided bar front right&SW		23 224	239 236	264%	0,51%
Divided bar rear left LWB/SWB&SW		8 703	119 689	186%	0,51%
Divided bar rear right LWB/SWB&SW		8 703	119 689	186%	0,51%
Extension bar left LWB&SW		5 136	92 856	156%	0,46%
Extension bar right LWB&SW		5 136	92 856	156%	0,46%
Glass channel front left&R	Rollerprofiller	23 224	308 877	341%	0,75%
Glass channel front right&R		23 224	308 877	341%	0,75%
Glass channel rear left LWB&R		5 136	137 605	203%	0,59%
Glass channel rear right LWB&R		5 136	137 605	203%	0,59%
Glass channel rear left SWB&R		3 567	81 841	135%	0,44%
Glass channel rear right SWB&R		3 567	81 841	135%	0,44%
Divided bar front left&R		23 224	176 122	235%	0,62%
Divided bar front right&R		23 224	176 122	235%	0,62%
Divided bar rear left LWB/SWB&R		8 703	96 563	154%	0,49%
Divided bar rear right LWB/SWB&R		8 703	96 563	154%	0,49%
Extension bar left LWB&R		5 136	62 421	105%	0,35%
Extension bar right LWB&R		5 136	62 421	105%	0,35%



### A.III. Cartões *Kanban*

#### A.III.1. Processo Rollerprofiler

Na figura A.6 está apresentado um cartão *kanban* do produto Glass channel front right&R.





	Cartão Kanban 	
	Referência 65580.0.001	
	Designação Glass Channel Front Right&R	
Fornecedor Rollerprofiler		Cliente Bending e Clinching Front
Capacidade do Contentor 800 unidades	Tipo de Contentor Profile rack	Nº do Kanban 1/6
	Produto Intermédio	

Figura A.6 – Cartão *kanban* do produto Glass channel front right&R

Na figura A.7 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R.

	Cartão Kanban 	
	Referência 65690.0.001	
	Designação Glass Channel rear left LWB&R	
Fornecedor Rollerprofiler		Cliente Bending e Clinching Rear
Capacidade do Contentor 800 unidades	Tipo de Contentor Profile rack	Nº do Kanban 1/3
	Produto Intermédio	




	Cartão Kanban 	
	Referência 65700.0.001	
	Designação Glass Channel rear right LWB&R	
Fornecedor Rollerprofiler		Cliente Bending e Clinching Rear
Capacidade do Contentor 800 unidades	Tipo de Contentor Profile rack	Nº do Kanban 1/3
	Produto Intermédio	

Figura A.7 – Cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left LWB&R e Glass channel rear right LWB&R






Na figura A.8 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R.

		Cartão Kanban			
		Referência 65610.0.001			
		Designação Glass Channel rear left SWB&R			
Fornecedor				Cliente	
Rollerprofiler				Bending e Clinching Rear	
Capacidade do Contentor	Tipo de Contentor	Nº do Kanban			
800 unidades	Profile rack	1/3			
		Produto Intermédio			

		Cartão Kanban			
		Referência 65620.0.001			
		Designação Glass Channel rear right SWB&R			
Fornecedor				Cliente	
Rollerprofiler				Bending e Clinching Rear	
Capacidade do Contentor	Tipo de Contentor	Nº do Kanban			
800 unidades	Profile rack	1/3			
		Produto Intermédio			

Figura A.8 – Cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left SWB&R e Glass channel rear right SWB&R

Na figura A.9 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R.

			<div>Cartão Kanban</div>		
			Referência 65510.0.001		
			Designação Divided bar front left&R		
Fornecedor Rollerprofiler				Cliente Static Welding	
Capacidade do Contentor 1350 unidades	Tipo de Contentor 111-820	Nº do Kanban 1/4			
		Produto Intermédio			

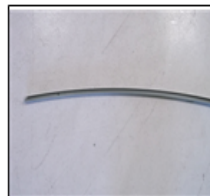




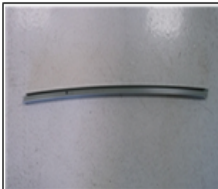




			<div>Cartão Kanban</div>		
			Referência 65520.0.001		
			Designação Divided bar front right&R		
Fornecedor Rollerprofiler				Cliente Static Welding	
Capacidade do Contentor 1350 unidades	Tipo de Contentor 111-820	Nº do Kanban 1/4			
		Produto Intermédio			

Figura A.9 – Cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&R e Divided bar front right&R

Na figura A.10 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R.

			Cartão Kanban 		
			Referência 65730.0.001		
			Designação Divided bar rear left LWB/SWB&R		
Fornecedor Rollerprofiler			Cliente Static Welding		
Capacidade do Contentor 2700 unidades	Tipo de Contentor 111-820	Nº do Kanban 1/3			
	Produto Intermédio				











			Cartão Kanban 		
			Referência 65740.0.001		
			Designação Divided bar rear right LWB/SWB&R		
Fornecedor Rollerprofiler			Cliente Static Welding		
Capacidade do Contentor 2700 unidades	Tipo de Contentor 111-820	Nº do Kanban 1/3			
	Produto Intermédio				

Figura A.10 – Cartões *kanban* dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&R e Divided bar rear right LWB/SWB&R

Na figura A.11 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R.

		Cartão Kanban			
		Referência 65530.0.001			
		Designação Extension bar left LWB&R			
Fornecedor				Cliente	
Rollerprofiler				Static Welding	
Capacidade do Contentor		Tipo de Contentor		Nº do Kanban	
2700 unidades		111-820		1/3	
		Produto Intermédio			

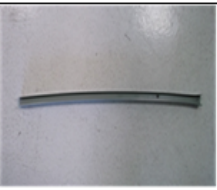




		Cartão Kanban			
		Referência 65540.0.001			
		Designação Extension bar right LWB&R			
Fornecedor				Cliente	
Rollerprofiler				Static Welding	
Capacidade do Contentor		Tipo de Contentor		Nº do Kanban	
2700 unidades		111-820		1/3	
		Produto Intermédio			

Figura A.11 – Cartões *kanban* dos produtos Extension bar left LWB&R e Extension bar right LWB&R

### A.III.2. Processo Bending e Clinching rear

Na figura A.12 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR.



					
<b>Cartão Kanban</b> 			<b>Cartão Kanban</b> 		
Referência DT11 V21549 BD			Referência DT11 V21548 BD		
Designação Glass channel rear left LWB&BCR			Designação Glass channel rear right LWB&BCR		
<b>Fornecedor</b> Bending e Clinching Rear			<b>Fornecedor</b> Bending e Clinching Rear		
					
<b>Cliente</b> Ford			<b>Cliente</b> Ford		
Capacidade do Contentor 128 unidades	Tipo de Contentor EB 24580	Nº do Kanban 1/6	Capacidade do Contentor 128 unidades	Tipo de Contentor EB 24611	Nº do Kanban 1/6
					
<b>Produto Acabado</b> 			<b>Produto Acabado</b> 		

Figura A.12 – Cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left LWB&BCR e Glass channel rear right LWB&BCR





Na figura A.13 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR.

					
<b>Cartão Kanban</b> 			<b>Cartão Kanban</b> 		
Referência DT11 V21549 AD			Referência DT11 V21548 AD		
Designação Glass channel rear left SWB&BCR			Designação Glass channel rear right SWB&BCR		
<b>Fornecedor</b> Bending e Clinching Rear			<b>Fornecedor</b> Bending e Clinching Rear		
					
<b>Cliente</b> Ford			<b>Cliente</b> Ford		
Capacidade do Contentor 128 unidades	Tipo de Contentor EB 24580	Nº do Kanban 1/4	Capacidade do Contentor 128 unidades	Tipo de Contentor EB 24611	Nº do Kanban 1/4
					
<b>Produto Acabado</b> 			<b>Produto Acabado</b> 		

Figura A.13 – Cartões *kanban* dos produtos Glass channel rear left SWB&BCR e Glass channel rear right SWB&BCR

### A.III.3. Processo Bending e Clinching front

Na figura A.14 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF.

	Cartão Kanban			
	Referência DT11 V21469 AB			
	Designação Glass channel front left&BCF			
Fornecedor		Cliente		
Bending/Clinching Front		Ford		
Capacidade do Contentor	Tipo de Contentor	Nº do Kanban		
136 unidades	EB 24610	1/19		
	Produto Acabado			




	Cartão Kanban			
	Referência DT11 V21468 AB			
	Designação Glass channel front right&BCF			
Fornecedor		Cliente		
Bending/Clinching Front		Ford		
Capacidade do Contentor	Tipo de Contentor	Nº do Kanban		
136 unidades	EB 24610	1/19		
	Produto Acabado			

Figura A.14 – Cartões *kanban* dos produtos Glass channel front left&BCF e Glass channel front right&BCF

### A.III.4. Processo Static Welding

Na figura A.15 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW.

		Cartão Kanban			
		Referência		65510.0.000	
		Designação		Divided bar front left&SW	
Fornecedor		→		Cliente	
Static Welding				Salvador Caetano	
Capacidade do Contentor	Tipo de Contentor	Nº do Kanban			
260 unidades	Painting container	1/21			
		Produto Intermédio			

		Cartão Kanban			
		Referência		65520.0.000	
		Designação		Divided bar front right&SW	
Fornecedor		→		Cliente	
Static Welding				Salvador Caetano	
Capacidade do Contentor	Tipo de Contentor	Nº do Kanban			
260 unidades	Painting container	1/21			
		Produto Intermédio			

Figura A.15 – Cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&SW e Divided bar front right&SW

Na figura A.16 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW.

					
Cartão Kanban 			Cartão Kanban 		
Referência 65730.0.000			Referência 65740.0.000		
Designação Divided bar rear left LWB/SWB&SW			Designação Divided bar rear right LWB/SWB&SW		
Fornecedor Static Welding		→	Cliente Salvador Caetano		
Capacidade do Contentor 416 unidades	Tipo de Contentor Painting container	Nº do Kanban 1/5	Capacidade do Contentor 416 unidades	Tipo de Contentor Painting container	Nº do Kanban 1/5
		Produto Intermédio 			Produto Intermédio 

Figura A.16 – Cartões *kanban* dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&SW e Divided bar rear right LWB/SWB&SW

Na figura A.17 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW.

					
Cartão Kanban 			Cartão Kanban 		
Referência DT11 V22299 DE			Referência DT11 V22298 DE		
Designação Extension bar left LWB&SW			Designação Extension bar right LWB&SW		
Fornecedor Static Welding		→	Cliente Ford		
Capacidade do Contentor 600 unidades	Tipo de Contentor Extension divided tray	Nº do Kanban 1/3	Capacidade do Contentor 600 unidades	Tipo de Contentor Extension divided tray	Nº do Kanban 1/3
		Produto Acabado 			Produto Acabado 

Figura A.17 – Cartões *kanban* dos produtos Extension bar left LWB&SW e Extension bar right LWB&SW



### A.III.5. Processo Painting

Na figura A.18 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P.

					
Cartão Kanban 			Cartão Kanban 		
Referência DT11 V22299 AF			Referência DT11 V22298 AF		
Designação Divided bar front left&P			Designação Divided bar front right&P		
Fornecedor Salvador Caetano		Cliente Ford	Fornecedor Salvador Caetano		Cliente Ford
Capacidade do Contentor 288 unidades	Tipo de Contentor Front divided tray	Nº do Kanban 1/14	Capacidade do Contentor 288 unidades	Tipo de Contentor Front divided tray	Nº do Kanban 1/14
	Produto Acabado 			Produto Acabado 	

Figura A.18 – Cartões *kanban* dos produtos Divided bar front left&P e Divided bar front right&P

Na figura A.19 estão apresentados os cartões *kanban* dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P.

					
Cartão Kanban 			Cartão Kanban 		
Referência DT11 V22299 BF			Referência DT11 V22298 BF		
Designação Divided bar rear left LWB/SWB&P			Designação Divided bar rear right LWB/SWB&P		
Fornecedor Salvador Caetano		Cliente Ford	Fornecedor Salvador Caetano		Cliente Ford
Capacidade do Contentor 300 unidades	Tipo de Contentor Rear divided tray	Nº do Kanban 1/5	Capacidade do Contentor 300 unidades	Tipo de Contentor Rear divided tray	Nº do Kanban 1/5
	Produto Acabado 			Produto Acabado 	

Figura A.19 – Cartões *kanban* dos produtos Divided bar rear left LWB/SWB&P e Divided bar rear right LWB/SWB&P